



Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 02 июня 2020 г. № 701 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 18.05.2023 № 21

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов» (МТМиТОМ), протокол от 27.06.2023 № 6

Зав. кафедрой МТМиТОМ д.т.н, профессор, Хлыбов А.А. \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом Института физико-химических технологий и материаловедения (ИФХТиМ), Протокол от 04.07.2023 № 11

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 22.03.01-м-46

Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2.	Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3.	Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.....	4
4.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине.....	6
5.	Структура и содержание дисциплины.....	7
6.	Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	11
7.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	14
8.	Информационное обеспечение дисциплины.....	15
9.	Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	17
10.	Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	17
11.	Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	19
12.	Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	21

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является изучение основных теоретических и практических вопросов в области автоматизации технологических процессов для решения исследовательских и практических задач в этой области.

### Задачи освоения дисциплины (модуля):

- знание методов получения и технологических процессов для изготовления материалов
- знание принципов работы машиностроительного оборудования
- знание особенности выбора машиностроительного оборудования
- умение классифицировать оборудование по типу
- умение подбирать оборудования, для решения конкретных задач производства

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.2.2 «Основы автоматизации технологических процессов» включена в перечень дисциплин вариативной части по выбору образовательной программы. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Материаловедение, Химия, Метрология, стандартизация и сертификация.

Дисциплина «Основы автоматизации технологических процессов» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Теория строения материалов; Экология; Методы исследований материалов и процессов; Материаловедение; Технология конструкционных материалов; Подготовка и защита ВКР.

Рабочая программа дисциплины «Основы автоматизации технологических процессов» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на:

- формирование элементов следующих профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки: 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов: ПК-3 (табл. 1).

Таблица 1 – Формирование компетенций по дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	А
<b>ПК-3</b>										
Технология и оборудование получения объемных наноструктурных материалов									*	
Теория, технология и оборудование высокоэнергетических методов обработки материалов										*
Технология термической и химико-термической обработки									*	
Оборудование и технология производства изделий из пластических масс								*		

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины									
Технология изготовления композиционных материалов на полимерной матрице								*		
Технологическое оборудование и оснастка производств порошковой металлургии и термообработки								*		
<b>Основы автоматизации технологических процессов</b>								*		
Основы проектирования технологических процессов производства, участков и цехов по обработке материалов									*	
Технология получения изделий в машиностроении									*	
Технологическая практика								*		
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы										*

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 2

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
<b>ПК-3.</b> Способен использовать знания о традиционных и новых технологических процессах, операциях и оборудовании используемых для производства изделий из различных материалов	ИПК-3.1 Использует технологии получения основных машиностроительных материалов	<b>Знать:</b> - существующие технологии изготовления машиностроительных материалов;	<b>Уметь:</b> - определять зависимость структуры и свойств получаемых материалов, в зависимости от технологического оборудования, используемого для их изготовления;	<b>Владеть:</b> - навыками определения факторов оборудования, влияющих на эксплуатационные свойства получаемых на нем материалов;	Тесты, задачи	Перечень вопросов для подготовки к экзамену
	ИПК-3.2. Использует технологии переработки материалов в изделия	- особенности и алгоритмы автоматизации технологических процессов;	- определять необходимые технологические процессы, участвующие в получении материалов;	- выбором технологии, для получения изделия с определенными свойствами;		
	ИПК-3.3. Применяет основное оборудование, требуемое для реализации различных процессов в материаловедении и технологии материалов	- особенности оборудования, применяемого для изготовления и термической обработки материалов	- выбирать оборудование, для определенного вида термической или механической обработки	- навыками расчета параметров технологического оборудования для обработки материалов		

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. 180 часов, распределение часов по видам работ курса представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по курсам
		4 курс, 8 семестр
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>46</b>	<b>46</b>
<b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>42</b>	<b>42</b>
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	17	17
лабораторные работы (ЛР)	8	8
<b>1.2.Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контрольные работы		
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)		
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>134</b>	<b>134</b>
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	130	130
Подготовка к зачету с оценкой	4	4

## 5.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС)			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
ПК- 3  ИПК-3.1 ИПК-3.2 ИПК-3.3	<b>Раздел 1</b> Методология общей теории промышленных печей, основные понятия и классификация печей.							
	<b>Тема 1.1</b> Задачи общей теории тепловой работы печей, ее предмет и методология. Главные зоны печей: технологического процесса (ЗТП) и генерации тепла (ЗТГ). Основные элементы конструкций промышленных печей. Классификация режимов работы печей и их конструкций.	2			10	Подготовка к лекциям [7.1.2]	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы	
	<b>Практическое занятие №1.</b> Определить главные зоны печей: технологического процесса (ЗТП) и генерации тепла (ЗТГ). Основные элементы конструкций промышленных печей. Классификация режимов работы печей и их конструкций.			2	10	Подготовка к ПЗ [7.1.1,]	Выполнение индивидуального задания	
	<b>Лабораторная работа №1</b> Расчет теплового баланса нагревательных и термических печей		2					
	<b>Работа по освоению 1 раздела:</b>							
	<b>Итого по 1 разделу</b>	2	2	2	20			
	<b>Раздел 2</b> Общие характеристики тепловой работы печей.							
	<b>Тема 2.1</b> Температурный режим и его основные разновидности.	3			10	Подготовка к лекциям [7.1.2]	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы	



Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС)			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	Теплообмен между газами и нагреваемым материалом при различном характере их взаимного движения. Тепловой баланс и особенности его структуры для печей непрерывного и периодического действия.							
	<b>Практическое занятие №2</b> Температурный режим и его основные разновидности. Теплообмен между газами и нагреваемым материалом при различном характере их взаимного движения. Тепловой режим работы печей. Тепловая нагрузка, коэффициенты использования энергии и полезного использования тепла, их физический смысл и взаимосвязь. Тепловой баланс и особенности его структуры для печей периодического и непрерывного действия.			3	10	Подготовка к ПЗ [7.2.1]	Выполнение индивидуального задания	
	<b>Лабораторная работа №2</b> Определение угара при нагреве стальных образцов		2					
	<b>Работа по освоению 2 раздела:</b>							
	<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>20</b>			
	<b>Раздел 3</b> Особенности картины тепло- и массообмена в ЗТП печей различного технологического назначения.							
	<b>Тема 3.1</b> Общие характеристики и требования к технологии нагрева твердых тел, явления при нагреве. Рациональные режимы нагрева твердых тел в печах. Применение решений задач теплопроводности для расчета процессов нагрева.	3			10	Подготовка к лекциям [7.1.2]	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС)			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	<b>Практическое занятие №3</b> Общие характеристики и требования к технологии нагрева твердых тел, явления при нагреве. Рациональные режимы нагрева твердых тел в печах. Применение решений задач теплопроводности для расчета процессов нагрева.			3	10	Подготовка к ПЗ[7.3.1]	Выполнение индивидуального задания	
	<b>Лабораторная работа №3</b> Нагрев теплотехнических «тонких» тел		2					
	<b>Работа по освоению 3 раздела:</b>	3	2	3	20			
	<b>Итого по 3 разделу</b>							
	<b>Раздел 4</b> Печи с теплогенерацией за счет электрической энергии, применяемые в различных областях промышленности.							
	<b>Тема 4.1</b> Общие вопросы тепловой работы электрических печей, взаимосвязь способа теплогенерации и конструкции печи. Конструкции и показатели работы индукционных нагревательных печей, области их применения, футеровка.	3			10	Подготовка к ПЗ[7.3.1]	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы	
	<b>Практическое занятие №4</b> Рассчитать тепловой баланс электрической печи.			3	10	Подготовка к лекциям [7.1.2]	Выполнение индивидуального задания	
	<b>Лабораторная работа №4</b> Нагрев теплотехнических «массивных» тел		2					
	<b>Работа по освоению 4 раздела:</b>							
	<b>Итого по 4 разделу</b>	3	2	3	20			
	<b>Раздел 5</b> Конструкции печей заводов черной металлургии.							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС)			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	<b>Тема 5.1</b> Доменные печи. Газодинамические и тепломассообменные процессы в доменных печах, их конструкции и показатели работы. Плавильные агрегаты с теплогенерацией за счет химической энергии примесей в жидком металле, их общие характеристики и показатели работы. Топливные печи для нагрева металла перед обработкой давлением, методы их отопления, способы загрузки, транспортировки и выгрузки металла. Топливные печи для нагрева при термообработке, особенности их отопления, способы загрузки, транспортировки и выгрузки металла, их конструкции и показатели работы.	3			15	Подготовка к лекциям [7.1.2]	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы	
	<b>Практическое занятие №5</b> Доменные печи. Топливные печи для нагрева металла перед обработкой давлением, методы их отопления, способы загрузки, транспортировки и выгрузки металла. Топливные печи для нагрева при термообработке, особенности их отопления, способы загрузки, транспортировки и выгрузки металла, их конструкции и показатели работы.			3	15	Подготовка к лекциям [7.1.2]	Выполнение индивидуального задания	
	<b>Работа по освоению 5 раздела:</b>							
	<b>Итого по 5 разделу</b>	3	0	3	30			
	<b>Раздел 6</b> Конструкции печей заводов цветной металлургии.							
	<b>Тема 6.1</b> Плавильные агрегаты с теплогенерацией за счет химической энергии примесей в жидком металле,	3			14	Подготовка к лекциям [7.1.3]	Лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС)			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	особенности продувки, конструкции и показатели работы конвертеров цветной металлургии. Термические печи, их конструкции и показатели работы.							
	<b>Практическое занятие №6</b> Плавильные агрегаты с теплогенерацией за счет химической энергии примесей в жидком металле, особенности продувки, конструкции и показатели работы конвертеров цветной металлургии. Термические печи, их конструкции и показатели работы.			3	10	Подготовка к лекциям [7.1.3]	Выполнение индивидуального задания	
	<b>Работа по освоению 6 раздела:</b>							
	<b>Итого по 6 разделу</b>	3	0	3	24			
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	17	8	17	134			
	<b>ИТОГО по дисциплине</b> (в том числе не менее 20% с использованием интерактивных образовательных технологий)	17	8	17	134			

## **6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

Типовые задания для текущего контроля усвоения знаний, умений и навыков:

1. Примерный перечень практических заданий:

- определение главных зон печей;
- классификация режимов работы печей;
- классификация печей по типу;
- расчет теплового баланса электрической печи;
- расчет температурных полей электрической печи.

Типовые вопросы, выносимые на промежуточную аттестацию (зачет с оценкой)

1. Пути повышения эффективности нагревательных устройств.
2. Основы тепловой работы печей. Тепловой баланс и тепловые характеристики печей.
3. Элементы конструкции печи
4. Классификация способов электронагрева
5. Теплоизолирующие установки.
6. Процесс горения топлива.

### **6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине для текущего и промежуточного контроля в семестре применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов - «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Критерии выставления оценок по традиционной четырехбалльной системе представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительн о» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
<b>ПК-3.</b> Способен использовать знания о традиционных и новых технологических процессах, операциях и оборудовании используемых для производства изделий из различных материалов	<b>ИПК-3.1.</b> Использует технологии получения основных машиностроительных материалов	Не знает существующие технологии изготовления машиностроительных материалов	Знает существующие технологии изготовления машиностроительных материалов, не умеет определять зависимость структуры и свойств получаемых материалов, в зависимости от технологического оборудования, используемого для их изготовления	Знает существующие технологии изготовления машиностроительных материалов, испытывает затруднения при определении зависимости структуры и свойств получаемых материалов, в зависимости от технологического оборудования, используемого для их изготовления, умеет подбирать оборудование, необходимое для изготовления машиностроительных материалов	Знает существующие технологии изготовления машиностроительных материалов, умеет определять зависимость структуры и свойств получаемых материалов, в зависимости от технологического оборудования, используемого для их изготовления
	<b>ИПК-3.2.</b> Использует технологии переработки материалов в изделия	Не знает особенности и алгоритмы автоматизации технологических процессов	Знает особенности и алгоритмы автоматизации технологических процессов, не умеет определять необходимые технологические процессы, участвующие в получении материалов	Знает особенности и алгоритмы автоматизации технологических процессов, умеет определять необходимые технологические процессы, участвующие в получении материалов	Знает особенности и алгоритмы автоматизации технологических процессов, умеет определять необходимые технологические процессы, участвующие в получении материалов, владеет выбором технологии, для получения изделия с определенными

					свойствами
	<b>ИПК-3.3.</b> Применяет основное оборудование, требуемое для реализации различных процессов в материаловедении и технологии материалов	Не знает особенности оборудования, применяемого для изготовления и термической обработки материалов	Знает особенности оборудования, применяемого для изготовления и термической обработки материалов, не умеет выбирать оборудование, для определенного вида термической или механической обработки	Знает особенности оборудования, применяемого для изготовления и термической обработки материалов, умеет выбирать оборудование, для определенного вида термической или механической обработки	Знает особенности оборудования, применяемого для изготовления и термической обработки материалов, умеет выбирать оборудование, для определенного вида термической или механической обработки, владеет навыками расчета параметров технологического оборудования для обработки материалов

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Учебно-методическое обеспечение дисциплины реализуется в рамках функционирующей в вузе электронной информационно-образовательной среды. В дополнение к этому в образовательном процессе используется библиотечный фонд печатных изданий. Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

7.1.1 1. Беспалов, В.В. Анализ, контроль, оценка и управление качеством продукции: монография / В.В. Беспалов. - Н.Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2013. - 211с.

7.1.2 Бондаренко, Г.Г. Материаловедение: учебник / Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко; Под ред. Г.Г. Бондаренко. - М.: Юрайт, 2013. - 360с.

7.1.3 Беспалов, В.В. Технологическая подготовка производства : Учеб.пособие / В.В. Беспалов; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : [Б.и.], 2011. - 128 с. .

### 7.2. Справочно-библиографическая литература

7.2.1 Табекина, О.А. Управление качеством: учеб. пособие / О. А. Табекина, О. В. Федотова; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Н.Новгород , 2011. - 224 с.

7.2.2 Нарва В.К. Технология порошковых материалов и изделий : Курс лекций: Учеб. пособие / В. К. Нарва ; Нац. исслед. технол. ун-т "МИСиС", Каф. порошковой металлургии и функциональных покрытий. - М. : Изд. Дом МИСиС, 2012. - 171 с.

7.2.3 Сорокин В.Г. и др. Марочник сталей и сплавов. - М.: Машиностроение, 1989 - 640 с.

7.2.4 Справочник по конструкционным материалам: справочник/ Б.Н. Арзамасов [и др.]; под ред. Б.Н. Арзамасова и Т.В.Соловьевой. - М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005 - 640 с.

### 7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям



7.3.1. Кошелев, О.С. Организация проектирования в машиностроении: учеб. пособие / Н.Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2013. - 269с.

#### **7.4 Перечень журналов по профилю дисциплины:**

7.4.1 «Вестник ИжГТУ им. Калашникова» Сайт — <http://izdat.istu.ru/>

7.4.2. «Вестник Пермского университета». Сайт — <http://vestnik.psu.ru/>

7.4.3. Вестник машиностроения. Сайт -

[https://www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik\\_mashinostroeniya/](https://www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik_mashinostroeniya/)

7.4.4. «Прогрессивные технологии и системы машиностроения». Сайт - <http://ptsm.donntu.org/>

7.4.5. Научный журнал «Молодой ученый». Сайт — [moluch.ru](http://moluch.ru).

7.4.6. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». Сайт — <https://cyberleninka.ru>

### **8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

#### **8.1 Перечень информационных справочных систем**

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
5. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
6. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.
7. Федеральный портал. Российское образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.edu.ru/> – Загл. с экрана.
8. Российский образовательный портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.school.edu.ru/default.asp> – Загл. с экрана.
9. «Инжиниринг» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.enginrussia.ru> – Загл. с экрана.
10. Университетские сети знаний [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.unicor.ru> – Загл. с экрана.
11. Федеральный образовательный портал. Инженерное образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.techno.edu.ru> – Загл. с экрана.
12. Портал для студентов для поиска информации по изучаемым дисциплинам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.twirpx.com> – Загл. с экрана.
13. Образовательный математический сайт [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.exponenta.ru](http://www.exponenta.ru) – Загл. с экрана.

14. Портал «Металлург» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.bestmetallurg.narod.ru](http://www.bestmetallurg.narod.ru) – Загл. с экрана.
15. Марочник сталей и сплавов <http://www.splav-kharkov.com/main.php>

Таблица 7 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	2	3
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

## 8.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

В таблице 8 указан перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Таблица 8 – Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a>
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	OpenOffice (FreeWare) <a href="https://www.openoffice.org/ru/">https://www.openoffice.org/ru/</a>

## 8.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 9 – Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	<a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>
3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
4	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

## 9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	2	3
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

Адаптированные образовательные программы (АОП) в образовательной организации не реализуются в связи с отсутствием в контингенте обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), желающих обучаться по АОП. Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную, информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 – Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
---	---	---	--

1	<b>1280(1)</b> Аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации); г. Нижний Новгород, Минина, 24	1. Доска меловая; 2. Экран 3. Мультимедийный приносимый Projektor MPT840 (переносной); 4. Ноутбук Sony Vaio: Intel Core2 Duo@1.8Ghz; 2Gb озу (переносной); 5. Стул – 12 шт.; 6. Парты – 6 шт.;	1. Windows Vista OEM Activation 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (с/н B24I-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020)
2	<b>1280(2)</b> Лаборатория «Испытаний материалов и порошковой металлургии», г. Нижний Новгород, Минина, 24	Оснащенность специализированной мебелью и техниче-скими средствами: • Печь для спекания в восстановительной и защит-ной атмосфере пористых материалов • Шестивалковый стан хо-лодной прокатки конст-рукции НИИТОП • Твердомер ТК-2 • Твердомер ТШ-1 • Твердомер по методу супер Роквелла • Твердомер по методу Вик-керса • Парты – 6 шт. • Стул – 12 шт.	

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- интерактивные технологии;
- разбор конкретных ситуаций.

При преподавании дисциплины «Технологическое оборудование и оснастка производств порошковой металлургии и термообработки», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На лекциях, практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, SKYPE.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой с учетом текущей успеваемости.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации. Студентам, активно участвующим в образовательном процессе и своевременно выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий на оценку отлично, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

### **11.2 Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

### **11.3 Методические указания по освоению дисциплины на практических работах**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является решение кейс-задач в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- умение решать ситуационные задачи.

### **11.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 7 РПД.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

### **11.5 Методические указания к выполнению контрольных работ**

Для закрепления знаний, полученных на практических работах, в течении семестра проводятся две контрольные работы, включающие в себя задачи по темам, рассмотренным ранее на лекционных и практических занятиях.

Контрольная работа — это письменная работа, которая является обязательной составной частью учебного плана образовательной программы высшего образования. В контрольной работе решаются конкретные задачи либо раскрываются определенные условия вопросы.

Завершенная контрольная работа, оформленная должным образом, подписывается обучающимся на титульном листе и сдается для окончательной проверки.

Срок сдачи контрольной работы определяется в соответствии с учебным планом и календарным учебным графиком и доводится до сведения обучающихся.

За все сведения, изложенные в контрольной работе, и за правильность всех данных ответственность несет студент - автор работы. Структура контрольной работы содержит следующие обязательные элементы: титульный лист; план работы; основная часть; библиографический список; приложение(я) (при необходимости).

Титульный лист является первой страницей контрольной работы и оформляется по установленной форме. Титульный лист не нумеруется. В плане работы перечисляют основную часть контрольной работы, библиографический список и приложения (если имеются). Содержание основной части работы должно соответствовать и раскрывать название темы контрольной работы.

Библиографический список включает изученную и использованную в контрольной работе литературу (не менее 3 источников). Библиографический список свидетельствует о степени изученности проблемы и сформированности у обучающегося навыков самостоятельной работы. В приложения включаются связанные с выполненной контрольной работой материалы, которые по каким-либо причинам не могут быть внесены в основную часть: справочные материалы, таблицы, схемы, нормативные документы, образцы документов, инструкции, методики (иные материалы), разработанные в процессе выполнения работы, иллюстрации вспомогательного характера, формулы и т.д.

Оформление основных разделов контрольной работы производится в соответствии с СТП НГТУ.

Контрольная работа оценивается преподавателем отметками «зачтено» или «не зачтено». В случае отметки «не зачтено» за контрольную работу преподаватель в письменной форме на титульном листе или плане работы должен дать комментарии по недочетам, допущенным студентом.

## **12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **12.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

#### ***Примеры типовых заданий:***

#### **Типовые задания к практическим (семинарским) занятиям**

##### **Занятие № 1 (2 часа)**

##### **Определение вида нагревательного элемента**

По заданию преподавателя студент получает несколько маркировок нагревательного оборудования. По маркировкам он должен идентифицировать тип нагревательного элемента

##### **Занятие № 2 (2 часа)**

##### **Расчет теплового баланса печей**

По маркировке термического оборудования и режиму термической обработки, определить и рассчитать тепловой баланс

##### **Занятие №3 (2 часа)**

##### **Определение температурных полей**

Исходя из вида термической обработки, термического оборудования и вида детали, рассчитать распределение температурных полей при обработке.

#### **Занятие №4 (2 часа)**

##### **Процессы нагрева**

Студент должен проанализировать и подобрать тип нагревательного устройства термического оборудования, который позволит наиболее эффективно обеспечивать перенос тепла от термического оборудования, к обрабатываемому изделию, в зависимости от типа изделия и его габаритов

#### **Занятие №5 (2 часа)**

##### **Печное оборудование**

По маркировке термического оборудования и по его внешнему виду, студент должен определить главные зоны печей: технологического процесса и генерации тепла.

#### **Занятие №6 (2 час)**

##### **Методы контроля качества термической обработки металлических материалов**

Выбрать оборудование и методику определения технологических параметров полученного изделия, по виду термической обработки и назначению изделия

#### **Занятие №7 (2 часа)**

##### **Тонкие и массивные тела**

По виду термического оборудования, материалу и габаритам обрабатываемого изделия определить теплофизические характеристики материала, такие как теплоемкость, теплопроводность, коэффициент теплопроводности и коэффициент теплопередачи

Определить к какому типу тел относится обрабатываемое, к тонким или массивным.

#### **Тестовые задания**

1. На какие виды делится оборудование цехов ?
  - 1) Универсальное, дополнительное, специальное
  - 2) Универсальное, дополнительное, вспомогательное
  - 3) Основное, дополнительное, вспомогательное
  - 4) Основное, дополнительное, специальное
2. Какие существуют виды производств ?
  - 1) Мелкое, среднее, крупное
  - 2) Небольшое, среднее, крупное
  - 3) Мелкосерийное, серийное, массовое
  - 4) Мелкосерийное, среднее, крупносерийное
3. На какие виды делятся средства нагрева ?
  - 1) Печные и непечные установки
  - 2) Закалочные и отпускные установки
  - 3) Низко- и высокотемпературные установки
  - 4) Нагревающие и охлаждающие установки
4. По виду используемой тепловой энергии нагревательные устройства делятся на:
  - 1) Пламенные и газовые
  - 2) Пламенные и электрические
  - 3) Газовые и электрические
  - 4) Электрические и топливные
5. По способу нагрева печи делятся на:
  - 1) Переодические, автоматические, непрерывные
  - 2) Переодические, полунепрерывные, непрерывные
  - 3) Автоматические, полуавтоматические, непрерывные
  - 4) Переодические, автоматические, полуавтоматические

6. Какие печи имеют постоянную рабочую температуру по длине рабочей камеры, в которой нагревательные устройства расположены равномерно по всей длине ?
  - 1) Методические
  - 2) Рекуперативные
  - 3) Прямоточные
  - 4) Печи скоростного нагрева
7. К какому типу печей относится камерная печь с выдвижным подом?
  - 1) Печь непрерывного действия
  - 2) Печь периодического действия
8. Что является основным элементом индукционной установки ?
  - 1) Магнитный провод
  - 2) Индуктор
  - 3) Закалочный бак
  - 4) Нагревательная печь
9. Для чего применяются элеваторные печи ?
  - 1) Отжиг, нормализация, нагрев под деформацию
  - 2) Отжиг, нормализация, пайка
  - 3) Отжиг, нормализация, отпуск
  - 4) Отжиг, нормализация, нитроцементация
10. Расшифровать маркировку печи СШЗ – 10.10/10 ?
  - 1) Шахтная электропечь сопротивления с защитной атмосферой, номинал печи 1000 оС
  - 2) Камерная электропечь сопротивления с защитной атмосферой, номинал печи 1000 оС
  - 3) Шахтная электропечь сопротивления без защитной атмосферы, номинал печи 1000 оС
  - 4) Камерная электропечь сопротивления без защитной атмосферы, номинал печи 1000 оС

## **12.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации**

### **Перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой**

1. Средства нагрева металла. Схема работы пламенной печи.
2. Пути повышения эффективности нагревательных устройств.
3. Топливо. Общие сведения, классификация. Характеристики топлива.
4. Теплота сгорания топлива. Виды топлив. Понятие условного топлива.
5. Процесс горения топлива. Реакции горения. Кинетика реакций горения.
6. Способы сжигания топлива. Устройства для сжигания топлива.
7. Расчет горения топлива. Температуры горения топлива и их определение. Контроль процесса горения.
8. Механика движения газов. Основные положения и определения. Превращение напоров. Потери напоров в печах.
9. Расчет движения газов в печных установках. Организация движения газов в печах.
10. Передача тепла на поверхность металла в печи. Нестационарная теплопроводность. Нагрев. Критерий Био. Нагрев теплотехнически "тонких" и теплотехнически "массивных" тел.
11. Приближенные методы расчета продолжительности нагрева. Симметричный и несимметричный нагрев.
12. Основы тепловой работы печей. Тепловой баланс и тепловые характеристики печей.
13. Определение расхода топлива и к.п.д. печи. Тепловой баланс теплоиспользующих устройств.



14. Материалы для сооружения печи. Рабочие и физические свойства огнеупоров. Классификация огнеупоров.
15. Элементы конструкции печи. Классификация конструкций пламенных печей.
16. Классификация способов электронагрева. Печи прямого нагрева. Печи косвенного нагрева с элементами сопротивления. Индукционные установки.
17. Специальные способы нагрева. Установки плазменного нагрева. Электронно-лучевые установки. Установки радиационного нагрева. Лазерные установки.
18. Теплоизолирующие установки. Рекуператоры. Регенераторы. Котлы-утилизаторы.
19. Окисление и обезуглероживание металла. Способы борьбы. Безокислительный нагрев. Печи с радиационными трубами. Нагрев в муфеле. Нагрев в кипящем слое. Нагрев в расплавленных солях (металле, стенке).
20. 1. Средства нагрева металла. Схема работы пламенной печи.
21. 2. Пути повышения эффективности нагревательных устройств.
22. 3. Топливо. Общие сведения, классификация. Характеристики топлива.
23. 4. Теплота сгорания топлива. Виды топлив. Понятие условного топлива.
24. 5. Процесс горения топлива. Реакции горения. Кинетика реакций горения.
25. 6. Способы сжигания топлива. Устройства для сжигания топлива.
26. 7. Расчет горения топлива. Температуры горения топлива и их определение. Контроль процесса горения.
27. 8. Механика движения газов. Основные положения и определения. Превращение напоров. Потери напоров в печах.
28. 9. Расчет движения газов в печных установках. Организация движения газов в печах.
29. 10. Передача тепла на поверхность металла в печи. Нестационарная теплопроводность. Нагрев. Критерий Био. Нагрев теплотехнически "тонких" и теплотехнически "массивных" тел.
30. 11. Приближенные методы расчета продолжительности нагрева. Симметричный и несимметричный нагрев.
31. 12. Основы тепловой работы печей. Тепловой баланс и тепловые характеристики печей.
32. 13. Определение расхода топлива и к.п.д. печи. Тепловой баланс теплоиспользующих устройств.
33. 14. Материалы для сооружения печи. Рабочие и физические свойства огнеупоров. Классификация огнеупоров.
34. 15. Элементы конструкции печи. Классификация конструкций пламенных печей.
35. 16. Классификация способов электронагрева. Печи прямого нагрева. Печи косвенного нагрева с элементами сопротивления. Индукционные установки.
36. 17. Специальные способы нагрева. Установки плазменного нагрева. Электронно-лучевые установки. Установки радиационного нагрева. Лазерные установки.
37. 18. Теплоизолирующие установки. Рекуператоры. Регенераторы. Котлы-утилизаторы.
38. 19. Окисление и обезуглероживание металла. Способы борьбы. Безокислительный нагрев. Печи с радиационными трубами. Нагрев в муфеле. Нагрев в кипящем слое. Нагрев в расплавленных солях (металле, стенке).