

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

Образовательно-научный институт физико-химических технологий и  
материаловедения (ИФХТиМ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

\_\_\_\_\_ Мацулевич Ж.В.

подпись

“ 20 ” \_\_\_\_\_ января \_\_\_\_\_ 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ОД.1 «Металлургическая теплотехника»**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 22.03.02 «Металлургия»

\_\_\_\_\_

(код и направление подготовки, специальности)

Направленность: профиль «Процессы и агрегаты металлургии»

\_\_\_\_\_

(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: заочная

\_\_\_\_\_

(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки 2025

Выпускающая кафедра «Металлургические технологии и оборудование» (МТО)

Кафедра-разработчик «Металлургические технологии и оборудование» (МТО)

Объем дисциплины 216 часов / 6 з.е.

Промежуточная аттестация зачёт с оценкой, зачёт

Разработчик: Титов А.В., старший преподаватель каф. МТО

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2025

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++)  
по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия»,  
утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 02.06.2020 г. № 702  
на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ  
протокол от 19.12.2024 г. № 7

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 09.01.2025 г. № 6

Зав. кафедрой д.т.н., профессор Леушин И.О.  
(учёная степень, учёное звание) (ФИО) (подпись)

Программа рекомендована к утверждению Учебно-методическим советом института ИФХТиМ,  
протокол от 20.01.2025 г. № 5

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 22.03.02-о-29

Начальник МО \_\_\_\_\_ Севрюкова Е.Г.  
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_ Кабанина Н.И.  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины.....	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины .....	4
4. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины .....	7
5. Структура и содержание дисциплины.....	13
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	15
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	15
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	19
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	19
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	21
11.Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	24
Рецензия.....	27

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1. Целью (целями) освоения дисциплины является** формирование и развитие у студентов компетенций, необходимых для работы с современными металлургическими теплотехническими агрегатами.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

Дисциплина «Металлургическая теплотехника» готовит к решению задач профессиональной деятельности технологического типа:

- осуществление технологических процессов получения и обработки металлов и сплавов, а также изделий из них;
- осуществление мероприятий по защите окружающей среды от техногенных воздействий производства;
- организация рабочих мест, их техническое оснащение, размещение технологического оборудования;
- организация обслуживания технологического оборудования;
- выбор нагревательной или плавильной печи для конкретного технологического процесса;
- расчёт и проектирование нагревательных и плавильных печей.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина «Металлургическая теплотехника» включена в обязательный перечень дисциплин в рамках вариативной части Блока 1, установленного ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия».

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Б1.Б.5 «Математика», Б1.Б.6 «Физика», Б1.Б.10 Теплофизика, Б1.Б.20 «Введение в металлургические технологии».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: Б1.В.ДВ.2.1 «Основы проектирования металлургических производств», Б1.В.ОД.6 «Организационно-технические решения в металлургии», Б2.П.3 Преддипломная практика, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Металлургическая теплотехника» 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 следующей профессиональной компетенции в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки: 22.03.02 «Металлургия»: ПК-1 (табл. 1).

Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплиной

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплиной				
	1	2	3	4	5
<i>Код компетенции</i> <i>ПК-1</i>					
<b>Б1.В.ОД.1 Металлургическая теплотехника</b>			*		
Б1.В.ОД.4 Неметаллические материалы в производстве металлопродукции				*	
Б1.В.ОД.5 Автоматика, управление и технические измерения		*			
Б1.В.ОД.6 Организационно-технические решения в металлургии				*	
Б1.В.ОД.9.1 Теория металлургических процессов		*			
Б1.В.ДВ.3.2 Непрерывное литьё заготовок					*
Б1.В.ДВ.1.2 Трубное производство					*
Б1.В.ДВ.1.1 Экология металлургии и рециклинг промышленных отходов				*	
Б1.В.ДВ.2.2 Экология литейного производства				*	
Б1.В.ДВ.3.1 Процессы и оборудование для очистки газов в металлургических агрегатах					*
Б1.В.ДВ.3.2 Основы инвестиционного проектирования в металлургии					*
Б1.В.ДВ.4.1 Производственная логистика в металлургии					*
Б1.В.ДВ.4.2 Экологические проблемы литейного производства					*
Б1.В.ДВ.5.1 Основы проектирования металлургических производств				*	*
Б1.В.ДВ.5.2 Логистика в металлургии				*	*
Б1.В.ДВ.6.1 Инновационные технологии производства металлопродукции					*
Б1.В.ДВ.6.2 Сбыт металлопродукции					*
ФТД.1 Техническое черчение			*		
ФТД.2 Производственные технологии				*	
ФТД.3 Цифровые технологии производства литья					*
Б2.У.1 Ознакомительная практика		*			
Б2.П.1 Организационно-управленческая практика			*		
Б2.П.2 Технологическая (проектно-технологическая) практика				*	
Б2.П.3 Преддипломная практика					*
Б3.Д.1 Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы					*

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

## 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			Трудовая функция	Оценочные средства	
						Текущего контроля	Промежуточной аттестации
<b>ПК-1.</b> Способен разрабатывать технологический процесс, выполняя при этом необходимые технологические расчеты и соблюдая требования производственной системы в области технологической подготовки производства	<b>ИПК-1.1.</b> Разрабатывает технологический процесс. <b>ИПК-1.2.</b> Выполняет необходимые технологические расчеты.	Знать: - технологическую документацию в области металлургической теплотехники.	Уметь: - выполнять необходимые технологические расчеты, используя металлургическую теплотехнику.	Владеть: - навыками конструирования объектов, используя металлургическую теплотехнику.	ПС 31.015 <del>ТФ А/01.6</del>  <b>ТФ А/01.4</b>	Банк вопросов	Вопросы и задачи к зачёту с оценкой

**~~Трудовая функция: ТФ А/01.6~~**

**Квалификационные требования к ТФ:**

**Трудовые действия:**

- разработка технологических карт при производстве транспортных средств и оборудования;

**Необходимые умения:**

- разрабатывать задание на предоставление информации о необходимости обеспечения оборудованием, оснасткой и инструментом по направлению деятельности;

- организовывать разработку технического задания на обеспечение оборудованием, оснасткой и инструментом при производстве транспортных средств и оборудования в соответствии с графиком.

**Необходимые знания:**

- системы менеджмента качества при планировании, разработке и подготовке производства в организациях автомобилестроения;  
- международные стандарты качества при производстве транспортных средств и оборудования;  
- Единая система конструкторской документации.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед., 216 часов, распределение часов по видам работ 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
		3 курс
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>216</b>	<b>216</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	30	30
занятия лекционного типа (Л)	10	10
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	10	10
лабораторные работы (ЛР)	10	10
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	2	2
текущий контроль, консультации по дисциплине	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>172</b>	<b>172</b>
реферат/эссе (подготовка)	-	-
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	-	-
контрольная работа	-	-
<b>курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)</b>	25	25
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.)	147	147
Подготовка к экзамену (контроль)	-	-
Подготовка к <b>зачёту/ зачёту с оценкой</b> (контроль)	<b>8</b>	<b>8</b>

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

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

### 4.2 Содержание дисциплины

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 активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
3 курс								
ПК-1: ИПК-1.1, ИПК-1.2	Раздел 1 Теплопередача.							
	Тема 1.1 Виды теплопередачи. Законы Фурье, Ньютона. Теплофизические свойства материала.	0,5			6	Подготовка к лекциям [1,6,7]		
	Тема 1.2 Дифференциальное уравнения Фурье. Условия однозначности.	0,5			6	Подготовка к лекциям [1,6,7]		
	Тема 1.3 Теплопроводность одно- и многослойной стенок. Изменение теплопередачи.	0,5			6	Подготовка к лекциям [1,6,7]		
	Тема 1.4 Нестационарная теплопроводность. Регулярный тепловой режим.	0,5			6	Подготовка к лекциям [1,6,7]		
	Тема 1.5 Графический метод расчета нагрева. Методы аналогий.	0,5			6	Подготовка к лекциям [1,6,7]	Мини-лекция	
	Лабораторная работа Исследование политропного процесса.		2,5			Подготовка к лабораторным работам [12,13,14]		
	Лабораторная работа Определение коэффициента теплопередачи при движении воздуха в трубе		2,5			Подготовка к лабораторным работам [12,13,14]		
	Работа по освоению 1 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							



Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 1 разделу	2,5	5	-	30			
	Раздел 2 Нагрев и охлаждение металла.							
	Тема 2.1 Нагрев теплотехнически «тонких» тел.	0,5			7	Подготовка к лекциям [2,3,4]		
	Тема 2.2 Нагрев теплотехнически «массивных» тел. Приближенные методы расчета нагрева.	0,5			7	Подготовка к лекциям [2,3,4]		
	Тема 2.3 Температурные напряжения и борьба с ними.	0,5			7	Подготовка к лекциям [2,3,4]	Проблемная лекция	
	Тема 2.4 Тепловые основы расчета плавления и затвердевания металла.	0,5			7	Подготовка к лекциям [2,3,4]	Мини-лекция	
	Лабораторная работа Нагрев теплотехнически «тонких» тел.		2,5			Подготовка к лабораторным работам [12,13,14]		
	Лабораторная работа Нагрев теплотехнически «массивных» тел.		2,5			Подготовка к лабораторным работам [12,13,14]		
	Работа по освоению 2 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 2 разделу	2	5	-	28			
	Раздел 3 Основы тепловых расчетов нагревательных устройств.							
	Тема 3.1 Топливо. Характеристики	0,5			10	Подготовка к лекциям		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	топлива. Расчет горения топлива.					[2,3,4]		
	<b>Тема 3.2</b> Способы сжигания топлива. Устройства для сжигания топлива.	0,5			10	Подготовка к лекциям [2,3,4]		
	<b>Тема 3.3</b> Электротермия. Индукционный нагрев, прямой и косвенный нагревы.	0,5			10	Подготовка к лекциям [2,3,4]		
	<b>Тема 3.4</b> Тепловой баланс печи. Определение расхода топлива и электроэнергии. Техничко- экономические показатели работы печей. Пути повышения эффективности тепловой работы печей.	0,5			10	Подготовка к лекциям [2,3,4]		
	<b>Тема 3.5</b> Вторичное использование энергоресурсов. Рекуператоры, регенераторы, котлы и утилизаторы. Расчет рекуператоров.	-			10	Подготовка к лекциям [2,3,4]	Лекция-консультация	
	<b>Практическая работа</b> Тепловой баланс топливной печи.			2		Подготовка к практическим работам [12,13,14]		2
	<b>Практическая работа</b> Тепловой баланс электрической печи.			2		Подготовка к практическим работам [12,13,14]		2
	<b>Работа по освоению 3 раздела:</b>							
	<b>реферат, эссе (тема)</b>							
	<b>расчётно-графическая работа (РГР)</b>							
	<b>контрольная работа</b>							
	<b>Итого по 3 разделу</b>	2	-	4	50			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	Раздел 4 Расчет и проектирование плавильных и термических печей.							
	Тема 4.1 Классификация плавильных печей.	0,25			2	Подготовка к лекциям [2,3,4]		
	Тема 4.2 Вагранка для плавки чугуна. Тепловой расчет вагранки.	0,5			15	Подготовка к лекциям [2,3,4]		
	Тема 4.3 Индукционные тигельные и каналные печи. Тепловой расчет.	1			15	Подготовка к лекциям [2,3,4]		
	Тема 4.4 Электродуговые плавильные печи. Тепловой расчет.	1			15	Подготовка к лекциям [2,3,4]		
	Тема 4.5 Классификация термических печей.	0,25			2	Подготовка к лекциям [2,3,4]		
	Тема 4.6 Топливные термические печи. Тепловой расчет.	0,5			15	Подготовка к лекциям [2,3,4]		
	Практическая работа Тепловой расчет вагранки.			2		Подготовка к практическим работам [12,13,14]		2
	Практическая работа Тепловой расчет индукционной тигельной печи.			2		Подготовка к практическим работам [12,13,14]		2
	Практическая работа Тепловой расчет электродуговой плавильной печи.			2		Подготовка к практическим работам [12,13,14]		2
	Работа по освоению 4 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 4 разделу	3,5	-	6	64			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	10	10	10	172			
	ИТОГО по дисциплине (в том числе не менее 20% с использованием интерактивных образовательных технологий)	10	10	10	172			

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

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

- 1) Типовые вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль)
  1. Оценка эффективности мероприятий по снижению тепловых потерь в окружающую среду.
  2. Примеры применения современных горелочных устройств для различных конструкций печей: особенности, примеры.
  3. Методы повышения эффективности тепловой работы промышленных печей.
- 2) Типовые вопросы, выносимые на промежуточную аттестацию (зачёт с оценкой)
  1. Стационарная теплопроводность плоской стенки.
  2. Теплопередача через плоскую стенку.
  3. Расчет коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи.
  4. Интенсификация теплопередачи.
  5. Уменьшение теплопередачи.
  6. Нестандартная теплопроводность.
  7. Графический метод решения задач нагрева и охлаждения.
  8. Приближенные методы расчета нагрева. Регулярный тепловой режим.
  9. Метод определения коэффициента температуропроводности.
  10. Расчет полуограниченного массива.
  11. Нагрев теплотехнически «тонких» тел.
  12. Расчет нагрева теплотехнически «массивных» тел при граничных условиях 1, 2 и 3<sup>го</sup> рода.
  13. Несимметричный нагрев.
  14. Приближённые методы определения продолжительности нагрева.
  15. Определение коэффициента теплоотдачи при нагреве в печах.
  16. Определение коэффициента теплопроводности при нагреве многослойных материалов.
  17. Расчет температурных напряжений и методы борьбы с ними.
  18. Расчёт плавления пластины.
  19. Влияние формы тел на время плавления.
  20. Плавление микрохолодильников.

## 5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов. 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 «неудовлетворительно» / «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-1.</b> Способен разрабатывать технологический процесс, выполняя при этом необходимые технологические расчеты и соблюдая требования производственной системы в области технологической подготовки производства	<b>ИПК-1.1.</b> Разрабатывает технологический процесс. <b>ИПК-1.2.</b> Выполняет необходимые технологические расчеты.	Задача решена менее чем на 50% Студент не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий.	Задача решена более чем на 50%. Студент способен применить знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Имеются затруднения с выводами. Способен решать конкретные практические задачи из числа предусмотренных рабочей программой.	Задача решена более чем на 75%. Студент способен логично мыслить, системно выстраивает изложение материала, излагает его, не допуская существенных неточностей. Способен эффективно применять теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускает единичные ошибки в решении проблем.	Задача решена более чем на 90%. Студент свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы. Способен легко ориентироваться при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

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.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№пп	Наименование издания	Количество в библиотеке
1	Ерофеев В.Л. Теплотехника: учебник / В.Л. Ерофеев, П.Д. Семенов, А.С. Пряхин; под ред. В.Л. Ерофеева. – М.: Академкнига, 2008	35
2	Чернышов Е.А. Плавильные печи литейных цехов: учеб. пособие. Ч.1: Вагранка / Е.А. Чернышов – Н.Новгород, НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2011	23
3	Чернышов Е.А. Плавильные печи литейных цехов: учеб. пособие. Ч.2: Электрические плавильные печи / Е.А. Чернышов – Н.Новгород, НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2012	21
4	Ульянов В.А. Плавильные печи литейных цехов [Электронные текстовые данные]: учеб. пособие / В.А. Ульянов, В.Н. Гушин – Н.Новгород, НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2013	эл.
5	Ульянов В.А. Электродуговые плавильные печи: учеб. пособие / В.А. Ульянов, В.Н. Гушин, Е.А. Чернышов – Н.Новгород, НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2009	28
6	Кривандин В.А. Металлургическая теплотехника: учебник для вузов: в 2-х т. Т.1: Теоретические основы / В.А. Кривандин [и др.]; под ред. В.А. Кривандина. – М.: Металлургия, 1986	4
7	Кривандин В.А. Металлургическая теплотехника: учебник для вузов: в 2-х т. Т.2: Конструкция и работа печей / В.А. Кривандин [и др.]; под ред. В.А. Кривандина. – М.: Металлургия, 1986	9

## 6.2. Справочно-библиографическая литература

№пп	Наименование издания	Количество в библиотеке
8	Лисиенко В.Г. Плавильные агрегаты: теплотехника, управление и экология: справ. издание: в 4-х кн. Кн.4 / В.Г. Лисиенко, Я.М. Щелоков, М.Г. Ладыгичев; под ред. В.Г. Лисиенко. – М.: Теплотехник, 2005	2
9	Гущин В.Н. Расчёты плавильных печей литейных цехов [Электронные текстовые данные]: учеб. пособие / В.Н. Гущин, А.В. Титов – Н.Новгород, НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2020	эл.
10	Чернышов Е.А. Современные плавильные печи. Устройство и работа плавильных печей литейных цехов: учеб. пособие. Ч.1 / Е.А. Чернышов, А.И. Евстигнеев, Э.А. Дмитриев; под общ. ред. Е.А. Чернышова. – М.: [Металлургиздат], 2018	1
11	Чернышов Е.А. Современные плавильные печи. Устройство и работа плавильных печей литейных цехов: учеб. пособие. Ч.2 / Е.А. Чернышов, А.И. Евстигнеев, Э.А. Дмитриев; под общ. ред. Е.А. Чернышова. – М.: [Металлургиздат], 2018	1

## 6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

№пп	Наименование издания	Количество в библиотеке
12	Металлургическая теплотехника: сборник лаб. работ для студ. спец. 1106, 1107, 1203, 1208 дневной и веч. форм обучения. Ч.1 / НГТУ им. Р.Е. Алексеева, каф. «Теплофизика, автоматизация и экология печей»; сост.: В.А. Ульянов, М.А. Ларин; науч. ред. В.А. Васильев. – Нижний Новгород, 2009, - 25 с.	5 (50 в библиотеке кафедры)
13	Металлургическая теплотехника: метод. указания к лаб. работам для студ. по направлениям подгот. 150400.62 «Металлургия» всех форм обучения. Ч.2 / НГТУ им. Р.Е. Алексеева, каф. «Металлургические технол. и оборуд.»; сост.: И.И. Рожков [и др.]. – Нижний Новгород, 2014 – 25 с.	10 (50 в библиотеке кафедры)
14	Металлургическая теплотехника: сборник лаб. работ для студ. спец. 1106, 1107, 1203, 1208 дневной и веч. форм обучения. Ч.3 / НГТУ им. Р.Е. Алексеева, каф. «Теплофизика, автоматизация и экология печей»; сост.: С.А. Балан, В.А. Ульянов, Е.И. Яровая; науч. ред. В.А. Ульянов. – Нижний Новгород, 2010, - 18 с.	10 (50 в библиотеке кафедры)

Журналы: «Литейное производство», «Литейщик России», «Инженерное образование», «Заготовительные производства в машиностроении», «Известия вузов. Черная металлургия», «Известия вузов. Цветная металлургия», «Черные металлы».

## 7. 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).



### 7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

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. О системах моделирования литейных процессов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.lvmflow.ru](http://www.lvmflow.ru) – Загл. с экрана.
16. Портал «Моделирование литейных процессов» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.castsoft.ru](http://www.castsoft.ru) – Загл. с экрана.
17. Портал Российской Ассоциации Литейщиков [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.ruscastings.ru](http://www.ruscastings.ru) – Загл. с экрана.

### 7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

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>
4	TNT-ebook	<a href="https://www.tnt-ebook.ru/">https://www.tnt-ebook.ru/</a>

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

Таблица 8 - Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	2
Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level; номер лицензии 44804588; дата выдачи 15.11.2008; авторизационный номер лицензиата 64795440ZZE1011	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Операционная система Windows XP(×32); лицензия MSDN Academic Alliance, ID: 700493612, Shipping information Vladimir Reshetov	AutoCAD; free software для студентов и преподавателей: <a href="http://www.autodesk.com/education/free-software/autocad">http://www.autodesk.com/education/free-software/autocad</a> (специальное программное обеспечение)
Антивирус Dr.Web (с/н 758S-TDJP-N7H8-ZH2F от 20.05.2025)	
MathCad 15 M010(PKG-7543-FN, MNT- PKG -7543-FN-T2 договор № 28-13/13-057 от 26.02.13 бессрочное) (специальное программное обеспечение)	
Inventor Professional 2021; s/n 570-65042789 однопользовательская лицензия для образовательных учреждений на несколько рабочих мест: <a href="http://www.autodesk.com/education/free-software/inventor-professional">http://www.autodesk.com/education/free-software/inventor-professional</a>	
LVMFlow 4.5r5, лицензия №8200.G54 (специальное программное обеспечение)	

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.

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	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

## 8. 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/accenv/>

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

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

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

*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	1	2	3
1	<b>3201</b> Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и	1. Доска меловая; 2. Экран настенный; 3. Мультимедийный проектор (Epson); 4. Компьютер PC Intel Pentium-G630/2 Gb RAM/HDD 500	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level; номер лицензии 44804588; дата выдачи 15.11.2008; авторизационный номер лицензиата 64795440ZZE1011. Антивирус Dr.Web (с/н 758S-TDJP-N7H8-ZH2F от 20.05.2025)

	индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра "Металлургические технологии и оборудование"), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 28а, корп. 3	5. Рабочее место преподавателя 6. Рабочее место студента - 12 чел.	
2	<b>3211</b> Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «Металлургические технологии и оборудование»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 28а, корп. 3	1. Доска меловая; 2. Экран настенный; 3. Мультимедийный проектор (BenQ); 4. Компьютер PC Intel Pentium-G630/2 Gb RAM/HDD 500 5. Рабочее место преподавателя 6. Рабочее место студента - 12 чел. 7. Библиотека кафедры. 8. Учебный стенд «Специальные виды литья» 9. Учебный стенд «Огнеупорные материалы»	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level; номер лицензии 44804588; дата выдачи 15.11.2008; авторизационный номер лицензиата 64795440ZZE1011. - Операционная система Windows XP(×32); лицензия MSDN Academic Alliance, ID: 700493612, Shipping information Vladimir Reshetov. - SIKE.Конструкция ДСП retail; - SIKE.Конструкция АПК retail. Антивирус Dr.Web (с/н 758S-TDJP-N7H8-ZH2F от 20.05.2025)
3	<b>3306а</b> Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «Металлургические технологии и оборудование»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 28а, корп. 3	1. Доска маркерная; 2. Доска интерактивная; 3. Мультимедийный проектор (Canon); 4. Компьютеры PC Intel Core I3/16 Gb RAM/NVIDIA GeForce GTX 1050Ti/RX550/HDD 500/1000 Gb (8 штук) 5. МФУ HP113 6. Рабочее место преподавателя 7. Рабочее место студента - 24 чел.	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level; номер лицензии 44804588; дата выдачи 15.11.2008; авторизационный номер лицензиата 64795440ZZE1011. - LVMFlow 4.5r5, лицензия №8200.G54 Предоставляемое ОУ на безвозмездной основе в учебных целях: - Invetnor Professional 2021; s/n 570-65042789 однопользовательская лицензия для образовательных учреждений на несколько рабочих мест: <a href="http://www.autodesk.com/education/free-software/inventor-professional">http://www.autodesk.com/education/free-software/inventor-professional</a> ; - PDM STEP Suite 5.405 free license: <a href="http://pss.cals.ru">http://pss.cals.ru</a> ; - STOR M3 demo
4	<b>3217</b> Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего	1. Доска меловая; 2. Экран настенный; 3. Мультимедийный проектор (BenQ); 4. Компьютер PC Intel Pentium-G630/2 Gb RAM/HDD 500 5. Рабочее место преподавателя	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level; номер лицензии 44804588; дата выдачи 15.11.2008; авторизационный номер лицензиата 64795440ZZE1011. - Операционная система Windows XP(×32); лицензия MSDN Academic Alliance, ID: 700493612, Shipping information Vladimir Reshetov.

контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «Металлургические технологии и оборудование»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 28а, корп. 3	6. Рабочее место студента - 12 чел. 7. Лабораторный учебный стенд «Автоматика и управление» 8. Термическая печь	- SIKE.Конструкция ДСП retail; - SIKE.Конструкция АПК retail. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024).
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. 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.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- разноуровневые задачи и задания;
- собеседование.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине преподаватель может применять балльно-рейтинговую систему контроля и оценку успеваемости студентов.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует пороговому уровню.

### **10.2. 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 / лабораторным работам 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.

### **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

Методические указания к лабораторным работам представлены в учебно-методических пособиях:

Металлургическая теплотехника: сборник лаб. работ для студ. спец. 1106, 1107, 1203, 1208 дневной и веч. форм обучения. Ч.1 / НГТУ им. Р.Е. Алексеева, каф. «Теплофизика, автоматизация и экология печей»; сост.: В.А. Ульянов, М.А. Ларин; науч. ред. В.А. Васильев. – Нижний Новгород, 2009, - 25 с.

Металлургическая теплотехника: метод. указания к лаб. работам для студ. по направлениям подгот. 150400.62 «Металлургия» всех форм обучения. Ч.2 / НГТУ им. Р.Е. Алексеева, каф. «Металлургические технол. и оборуд.»; сост.: И.И. Рожков [и др.]. – Нижний Новгород, 2014 – 25 с.

Металлургическая теплотехника: сборник лаб. работ для студ. спец. 1106, 1107, 1203, 1208 дневной и веч. форм обучения. Ч.3 / НГТУ им. Р.Е. Алексеева, каф. «Теплофизика, автоматизация и экология печей»; сост.: С.А. Балан, В.А. Ульянов, Е.И. Яровая; науч. ред. В.А. Ульянов. – Нижний Новгород, 2010, - 18 с.

### **10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;

- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;

- подведение итогов занятий согласно технологической карте дисциплины.

Указания к практическим работам представлены в учебно-методическом пособии:

Гущин В.Н. Расчёты плавильных печей литейных цехов [Электронные текстовые данные]: учеб. пособие / В.Н. Гущин, А.В. Титов – Н.Новгород, НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2020.

### **10.5. 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 6.

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.

### **10.6. Методические указания для выполнения РГР**

**Расчётно-графические работы учебным планом не предусмотрены.**

### **10.7. Методические указания для выполнения курсовой работы**

Выполнение курсового проекта/ работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы.

#### **Примерная тематика курсовых работ**

1. Расчёт электродуговой плавильной печи

2. Расчёт индукционной тигельной плавильной печи.

Курсовая работа выполняется студентами на основе индивидуальных заданий.

#### **Содержание основных разделов курсовой работы:**

Курсовая работа должна отражать состояние вопроса предусмотренного темой задания, содержать критические замечания, относящиеся к существующему технологическому процессу, особенности технологии и процесса плавления, необходимые технологические указания и расчёты.

Учитывая требования современного производства, студент должен дополнительно проработать и отразить в проекте 1-2 из нижеприведенных вопросов (по указанию преподавателя):

- 1) повышение производительности труда;
- 2) снижение доли ручного труда;

- 3) сокращение расхода основных и вспомогательных материалов, тепло и энергоресурсов;
- 4) сокращение брака и повышения качества металла;
- 5) совершенствование организации труда, культуры производства и техники безопасности.

Весь материал в расчётно-пояснительной записке целесообразно распределить по разделам в следующем рекомендуемом порядке (на примере темы «Расчёт индукционной тигельной плавильной печи»):

1. Задание на курсовое проектирование.
2. Определение геометрических размеров тигля и индуктора.
3. Определение активной мощности печи.
4. Выбор частоты и параметров преобразователя.
5. Электрический расчет печи.
  - 5.1. Намагничивающая сила индуктора.
  - 5.2. Реактивная мощность в садке.
  - 5.3. Активная и реактивная мощность в индукторе.
  - 5.4. Реактивная мощность в зазоре.
  - 5.5. Суммарная мощность.
  - 5.6. Ток в индукторе.
  - 5.7. Число витков в индукторе и толщина изоляции.
  - 5.8. Электрический КПД печи.
  - 5.9. Ёмкость конденсаторной батареи.
6. Расчет водяного охлаждения индуктора.
  - 6.1. Полные потери, отводимые системой охлаждения.
  - 6.2. Определение коэффициента теплоотдачи.
  - 6.3. Определение сечения трубки индуктора.
  - 6.4. Определение числа секций охлаждения.
7. Энергетический баланс печной установки.
8. Оформление технологической документации.
9. Список использованной литературы.
10. Приложения.

Все разделы должны сопровождаться поясняющими эскизами, схемами и таблицами, оформленными в соответствии с требованиями стандарта, действующего в НГТУ.

Защита курсовой работы проводится в устной форме.

На выполнение курсовой работы отводится 25 часов самостоятельной работы студентов.

Индивидуальные задания выдаются студентам на 1 неделе занятий, на 8 неделе проводится групповое обсуждение 1-го этапа выполнения курсовой работы, публичная защита заданий – на 16 неделе.

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

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

### **11.1.1. Типовые задания к практическим занятиям**

1. *Тепловой баланс электрической печи*
2. *Тепловой баланс топливной печи*
3. *Тепловой расчет плавильной (по указанию преподавателя) печи.*
4. *Тепловой расчет термической (по указанию преподавателя) печи.*

### **11.1.2. Типовые задания для лабораторных работ**

1. *Исследование полнотопного процесса.*



2. *Определение коэффициента теплопередачи при движении воздуха в трубе.*
3. *Нагрев теплотехнически «тонких» тел*
4. *Нагрев теплотехнически «массивных» тел*

#### **11.1.3. Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) опроса**

1. *Провести обоснование выбора типа печи по виду теплогенерации, технологическому назначению, периодичности процесса, марки стали (металла) и характеристик отливок (заготовок) (по указанию преподавателя).*
2. *Провести расчет и проектирование деталей и узлов теплообменных конструкций (по указанию преподавателя).*
3. *Провести расчет гидродинамических потерь в конкретной металлургической системе (по указанию преподавателя).*

#### **11.1.4. Типовые кейс-задачи**

1. *Провести расчет и определить оптимальную конструкцию рекуператора (по указанию преподавателя).*
2. *Предложить рациональный алгоритм расчета тепловой работы промышленной печи (по указанию преподавателя).*

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

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: зачёт с оценкой в письменной форме.

#### **Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачёту с оценкой**

1. *Стационарная теплопроводность плоской стенки.*
2. *Теплопередача через плоскую стенку.*
3. *Расчет коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи.*
4. *Интенсификация теплопередачи.*
5. *Уменьшение теплопередачи.*
6. *Нестандартная теплопроводность.*
7. *Графический метод решения задач нагрева и охлаждения.*
8. *Приближенные методы расчета нагрева. Регулярный тепловой режим.*
9. *Метод определения коэффициента температуропроводности.*
10. *Расчет полуограниченного массива.*
11. *Нагрев теплотехнически «тонких» тел.*
12. *Расчет нагрева теплотехнически «массивных» тел при граничных условиях 1, 2 и 3<sup>го</sup> рода.*
13. *Несимметричный нагрев.*
14. *Приближенные методы определения продолжительности нагрева.*
15. *Определение коэффициента теплоотдачи при нагреве в печах.*
16. *Определение коэффициента теплопроводности при нагреве многослойных материалов.*
17. *Расчет температурных напряжений и методы борьбы с ними.*
18. *Расчёт плавления пластины.*
19. *Влияние формы тел на время плавления.*
20. *Плавление микрохолодильников.*
21. *Электротермические способы нагрева.*
22. *Индукционный нагрев металлов и диэлектриков.*
23. *Особенности прямого и косвенного электронагрева.*
24. *Виды топлив.*
25. *Химический состав топлив.*

26. *Теплота сгорания топлива. Условное топливо.*
27. *Схема расчёта горения топлива.*
28. *Расчет температуры горения топлива.*
29. *Способы сжигания топлива.*
30. *Классификация и конструктивные особенности горелок.*
31. *Классификация и конструктивные особенности форсунок.*
32. *Утилизация теплоты отходящих газов.*
33. *Классификация и конструктивные особенности рекуператоров.*
34. *Классификация и конструктивные особенности регенераторов.*
35. *Котлы-утилизаторы.*
36. *Расчёт рекуператора.*
37. *Тепловой баланс топливных печей.*
38. *Тепловой баланс электрических печей.*
39. *Приходные статьи теплового баланса.*
40. *Расходные статьи теплового баланса.*
41. *Определение расхода топлива и электроэнергии.*
42. *Технико-экономические показатели работы печей.*
43. *Тепловая характеристика печи. Способы повышения эффективности тепловой работы печей.*
44. *Тепловой баланс вагранки.*
45. *Тепловой баланс индукционной тигельной печи.*
46. *Тепловой баланс индукционной канальной печи.*
47. *Тепловой баланс электродуговой плавильной печи.*
48. *Конструктивные особенности вагранки.*
49. *Конструктивные особенности индукционной тигельной печи.*
50. *Конструктивные особенности индукционной канальной печи.*
51. *Конструктивные особенности электродуговой плавильной печи.*
52. *Конструктивные особенности топливных термических печей.*
53. *Конструктивные особенности электрических термических печей.*

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины «Металлургическая теплотехника»**  
**ОП ВО по направлению 22.03.02 «Металлургия»,**  
**профиль «Процессы и агрегаты металлургии»**  
**(квалификация выпускника – бакалавр)**

Харчевым Русланом Михайловичем, главным металлургом АО ПКО «Теплообменник» (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Металлургическая теплотехника» ОП ВО по направлению 22.03.02 «Металлургия», профиль «Процессы и агрегаты в металлургии» (бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», на кафедре «Металлургические технологии и оборудование» (разработчик – Титов А.В., старший преподаватель кафедры «Металлургические технологии и оборудование»).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Программа соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 22.03.02 «Металлургия». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.

Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОСВО направления 22.03.02 «Металлургия».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Металлургическая теплотехника» закреплена **компетенция ПК-1**. Дисциплина и представленная Программа способны реализовать её в объявленных требованиях.

**Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины «Металлургическая теплотехника» составляет 6 зачётных единиц (216 часов). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Металлургическая теплотехника» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 22.03.02 «Металлургия» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Программа дисциплины «Металлургическая теплотехника» предполагает не менее 20% занятий в интерактивной форме.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 22.03.02 «Металлургия».

Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (устный и письменный опрос, решение кейс-задач, опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участия в дискуссиях и круглых столах) соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, - зачет с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 22.03.02 «Металлургия».

Нормы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 7 источников (базовые учебники), дополнительной литературой – 4 наименования, периодическими изданиями – 7, источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 17 и соответствует требованиям ФГОСВО направления 22.03.02 «Металлургия».

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Металлургическая теплотехника» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Металлургическая теплотехника».

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Металлургическая теплотехника» ОПОП ВО по направлению 22.03.02 «Металлургия», профиль «Процессы и агрегаты в металлургии» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Титовым Андреем Вячеславовичем, старшим преподавателем кафедры «Металлургические технологии и оборудование», соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленной компетенции.

Рецензент:

Харчев Р.М., главный металлург АО ПКО «Теплообменник»

«20» января 2025 г.