

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)
(полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИФХТиМ
Мацулевич Ж.В.
(расшифровка подписи)

(подпись)

« 20 » _____ января _____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.10 «Теплофизика»

(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:	180/5 часа/з.е.
Промежуточная аттестация:	экзамен
Разработчик:	Яровая Е.И., к.т.н., доцент

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»,
утверждённым приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 20.06.2020 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) (подпись) (ФИО)

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-34

Начальник МО Севрюкова Е.Г.
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Кабанина Н.И.
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины	4
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.....	11
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	14
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	14
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	18
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	18
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	20
11.Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	23
12.Рецензия.....	26

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью (целями) освоения дисциплины является формирование у студентов необходимых компетенций, позволяющих осуществлять разработку технологий, связанных с теплофизическими металлургическими процессами.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Дисциплина «Теплофизика» готовит к решению задач профессиональной деятельности технологического и организационно-управленческого типов:

- осуществление технологических процессов получения и обработки металлов и сплавов, а также изделий из них;
 - осуществление мероприятий по защите окружающей среды от техногенных воздействий производства;
 - выполнение мероприятий по обеспечению качества продукции;
 - организация рабочих мест, их техническое оснащение, размещение технологического оборудования;
 - контроль за соблюдением технологической дисциплины;
 - организация обслуживания технологического оборудования;
 - проведение работы по управлению качеством продукции;
- проведение анализа эффективности и результативности деятельности производственных подразделений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Теплофизика» включена в перечень дисциплин Базовой части. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Б1.Б.6 «Физика», Б1.Б.20 «Введение в металлургические технологии», Б1.В.ОД.9.1 «Теория металлургических процессов».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: Б1.В.ОД.1 «Металлургическая теплотехника», Б1.В.ОД.7 «Моделирование процессов и объектов», Б1.8.ОД.9.1 «Теория литейных процессов», а также при выполнении выпускной квалификационной работы

Рабочая программа дисциплины «Теплофизика» 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»: ОПК-4, ОПК-6 (табл. 1).

Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплиной

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплиной							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Код компетенции ОПК-4</i>								
Б1.Б.10 Теплофизика		+						
Б1.Б.14 Метрология, стандартизация и сертификация						+		
Б3.Д.1 Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы						+		
<i>Код компетенции ОПК-6</i>								
Б1.Б.10 Теплофизика		+						
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
ОПК-4. Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ИОПК-4.1. Проводит измерения в сфере профессиональной деятельности. ИОПК-4.2. Проводит наблюдения в сфере профессиональной деятельности. ИОПК-4.3. Обрабатывает и представляет экспериментальные данные.	Знать: - методы решения задач профессиональной деятельности в области теплофизических законов и явлений.	Уметь: - проводить наблюдения в сфере профессиональной деятельности в области теплофизических законов и явлений.	Владеть: - навыками в обработке и представлении экспериментальных данных в области теплофизических законов и явлений.	ТФ А/05.4 Выявление проблем при выполнении технологической подготовки и производства	Банк вопросов	Вопросы и задачи к экзамену
ОПК-6. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ИОПК-6.1. Принимает обоснованные технические решения в профессиональной деятельности. ИОПК-6.2. Выбирает эффективные средства и технологии. ИОПК-6.3. Выбирает безопасные технические средства и технологии.	Знать: - эффективные средства и технологии для решения задач в области теплофизических законов и явлений.	Уметь: - принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, используя теплофизические законы и явления.	Владеть: - навыками в применении безопасных технических средств и технологий в области теплофизических законов и явлений.	ТФ А/05.4 Выявление проблем при выполнении технологической подготовки и производства	Банк вопросов	Вопросы и задачи к экзамену

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед., 180 часа, 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 семестрам
		2 курс
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	180	180
1. Контактная работа:	27	27
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	21	21
занятия лекционного типа (Л)	6	6
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	10	10
лабораторные работы (ЛР)	5	5
1.2. Внеаудиторная, в том числе	6	6
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-	-
текущий контроль, консультации по дисциплине	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	4	4
2. Самостоятельная работа (СРС)	144	144
реферат/эссе (подготовка)	-	-
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	-	-
контрольная работа	-	-
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	-	-
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.)	144	144
Подготовка к экзамену (контроль)	9	9
Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)	-	-

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 (контролируемы е) 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)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
2 курс									
ОПК-4, ОПК-6	Раздел 1 Основы технической термодинамики.								
	Тема 1.1 Основные понятия технической термодинамики.	0,5		1	15	Подготовка к лекциям [1]	Презентация	1	
	Тема 1.2 Термодинамическая система, параметры состояния и внутренняя энергия. Теплота и работа.	0,5		1	15	Подготовка к лекциям [1]	Мини-лекция	1	
	Тема 1.3 Решение задач для политропных процессов		1	1	16		Коллективное решение творческих задач	1	
	Итого по 1 разделу	1	1	3	46				
	Раздел 2 Механика жидкости и газов.								
	Тема 2.1 Основные понятия механики жидкости и газов, постулаты и определения механики жидкости и газов.	1		1	15	Подготовка к лекциям [1]	Презентация	1	
	Тема 2.2 Закон сохранения массы. Закон сохранения	1	1	1	15	Подготовка к лекциям [1]	Мини-лекция	1	

Планируемые (контролируемы е) 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)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	импульса реальных жидкостей и газов.								
	Тема 2.3 Анализ гидравлики (движение) жидкости по трубам, каналам и рабочему пространству печей.			1	16		Коллективное решение творческих задач	1	
	Итого по 2 разделу	2	1	3	46				
	Раздел 3 Основные понятия определения теории тепло- и массообмена								
	Тема 3.1 Три вида теплопередачи. Законы Фурье, Ньютона. Теплофизические свойства. Дифференциальное уравнение Фурье. Условия однозначности	1		1	11	Подготовка к лекциям [1]	Презентация	1	
	Тема 3.2 Конвективный теплообмен. Физические свойства жидкостей.	1		1	11	Подготовка к лекциям [1]	Круглый стол	1	
	Тема 3.3 Лучистый теплообмен. Законы излучения.	1		1	11		Моделирование производственных процессов и ситуаций	1	
	Тема 3.42. Расчет теплопередачи. Изменение теплопередачи.		2	1	11		Коллективное решение	1	

Планируемые (контролируемы е) 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)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
							творческих задач		
	Тема 3.5 Определение теплоотдачи при свободной и вынужденной конвекции и теплоотдачи от расплавленных металлов.		1	1	8		Моделирование производственных процессов и ситуаций	1	
	Итого по 3 разделу	3	3	4	52				
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	6	5	10	144				
	ИТОГО по дисциплине	6	5	10	144				

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. Провести математическое описание тепловых процессов, оборудования и производственных объектов (по указанию преподавателя)
2. Провести математическую обработку результатов эксперимента (по указанию преподавателя)
3. Провести расчет и проектирование деталей и узлов теплообменных конструкций (по указанию преподавателя)
3. Провести контроль эффективности тепловой работы печных агрегатов с использованием типовых методов расчета
4. Составить график теплового состояния оборудования на производственном участке
5. Провести расчет гидродинамических потерь в конкретной металлургической системе (по указанию преподавателя)

2) Типовые вопросы, выносимые на промежуточную аттестацию (экзамен)

1. Термодинамическая система, параметры состояния и внутренняя энергия.
2. Теплота и работа. Первый закон термодинамики.
3. Круговые процессы. Цикл Карно.
4. Второй закон термодинамики.
5. Политропный процесс.
6. Статика одно- и двух- однородных газов.
7. Законы сохранения массы и импульса реальных жидкостей и газов.
8. Уравнение Бернулли.
9. Разряжение, создаваемое дымовой трубой.
10. Потери на местные сопротивления.
11. Динамика газов в дымовой печи.
12. Способы передачи теплоты.
13. Закон Фурье.
14. Дифференциальное уравнение Фурье.
15. Основные теплофизические параметры: λ , c , ρ , q .
16. Закон Ньютона.
17. Условия однозначности.
18. Стационарная теплопроводность плоской стенки.

19. Теплопередача через плоскую стенку.
20. Теплопередача через многослойную стенку.
21. Коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи.
22. Интенсификация теплопередачи.
23. Уменьшение теплопередачи.
24. Законы Кирхгофа и Планка, Стефана-Больцмана.
25. Теплообмен излучением между параллельными поверхностями.
26. Теплообмен излучением в замкнутой системе.
27. Степень черноты и излучательная способность.
28. Перенос лучистой энергии в поглощающей и излучающей среде.
29. Особенности конвективного теплообмена.
30. Теплоотдача при свободной конвекции.
31. Теплоотдача при вынужденной конвекции.
32. Теплоотдача расплавленных металлов.
33. Теплоотдача при кипении жидкости.
34. Нестандартная теплопроводность.
35. Графический метод решения задач нагрева и охлаждения.
36. Нагрев теплотехнически «тонких» тел.
37. Нагрев теплотехнически «массивных» тел при граничных условиях 1, 2 и 3го рода.
38. Несимметричный нагрев.
39. Определение коэффициента теплоотдачи при нагреве в печах.
40. Определение коэффициента теплопроводности при нагреве многослойных материалов.

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 тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ОПК-4. Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ИОПК-4.1. Проводит измерения в сфере профессиональной деятельности. ИОПК-4.2. Проводит наблюдения в сфере профессиональной деятельности. ИОПК-4.3. Обрабатывает и представляет экспериментальные данные.	Задача решена менее чем на 50% Студент не способен эффективно применить знания основных положений учебной дисциплины только в решении наиболее часто встречающиеся проблем в конкретной области. Студент способен к решению некоторых практических задач из числа предусмотренных рабочей программой, но слабо знаком с рекомендованной справочной литературой.	Задача решена более чем на 50%. Продемонстрированы знания основных положений учебной дисциплины только в решении наиболее часто встречающиеся проблем в конкретной области, умения решать конкретные практические задачи из числа предусмотренных рабочей программой, студент знаком с рекомендованной справочной литературой.	Задача решена более чем на 75%. Студент способен обработать, анализировать и синтезировать предложенную информацию, выбрать метод решения проблемы и решить ее. Допускает единичные ошибки в решении проблем, испытывает сложности в редко встречающихся или сложных случаях решения проблем. Способен самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты расчетов или эксперимента.	Задача решена более чем на 90%. Студент свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками ее анализа и синтеза, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы. Уверенно решает конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использует справочную литературу, делает обоснованные выводы из результатов расчетов или экспериментов.
	ОПК-6. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ИОПК-6.1. Принимает обоснованные технические решения в профессиональной деятельности. ИОПК-6.2. Выбирает эффективные средства и технологии. ИОПК-6.3. Выбирает безопасные технические средства и технологии.			

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » 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 « хорошо » 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 « удовлетворительно » 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 « неудовлетворительно » 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	Ульянов, В.А. Нагрев и нагревательные устройства/ В.А. Ульянов, В.Н. Гущин, Е.А. Чернышов; - М.: Академия, 2010.- 255 с.	20
2	Ляшков, В.И. Теоретические основы теплотехники. - М.: Высш.шк., 2008. – 256 с.	5
3	Ерофеев, Л.В. Теплотехника. - М.: Академкнига / Л.В. Ерофеев, В.Д. Семенов; 2008. – 240 с.	2
4	Гусовский, В.Л. Теплотехника: Теоретические основы расчета печей / В.Л. Гусовский, А.Е. Лившиц; под ред.В.А. Кривандина – М.: Изд-во МИСиС, 2002. – 85 с.	2
5	Гущин, В.Н. Общая теория печей: типовые расчеты. Учебное пособие./ В.Н. Гущин В.А Володин, В.А. Братухин– Н.Новгород, НГТУ, 2015. 183с	50
6	Теплофизика металлургических процессов : Учеб.пособие / В.Г. Лисиенко, В.И. Лобанов, Б.И. Китаев. - М. : Юрайт, 2021. - 220 с.	1
7	Теплофизика металлургических процессов : Учеб. пособие / А.С. Тимофеева, В.В. Федина ; Под ред. А.С. Тимофеевой. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 136 с. - Прил.:с.125-132.	7

6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

№пп	Наименование издания	Количество в библиотеке
8	Металлургическая теплотехника: метод. указания для студентов по направлениям подготовки «Металлургия» всех форм обучения. Ч.2 / НГТУ; сост.: И.И. Рожков, В.Н. Гущин, М.А. Ларин, Е.И. Яровая. – Н.Новгород, 2014. – 25с.	50
9	Определение коэффициента температуропроводности: метод. указания / НГТУ; сост.: М.А. Ларин, В.Н. Гущин. – Н.Новгород, 2011. – 18с.	50
10	Металлургическая теплотехника. Ч.1: метод. указания / НГТУ; сост.: В.А. Ульянов, М.А. Ларин. – Н.Новгород, 2009. – 25с.	50
11	Измерение температур: метод. указания по направлению подготовки студентов «Металлургия» для студентов всех форм обучения. Ч.2 / НГТУ; сост.: В.А.Ульянов, В.Н.Гущин, С.А.Балан, В.Е.Шигин. – Н.Новгород, 2015. – 21 с.	50

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.tolgaz.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 – Загл. с экрана.
14. Портал «Металлург» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.bestmetallurg.narod.ru – Загл. с экрана.
15. О системах моделирования литейных процессов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.lvmflow.ru – Загл. с экрана.
16. Портал «Моделирование литейных процессов» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.castsoft.ru – Загл. с экрана.
17. Портал Российской Ассоциации Литейщиков [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.ruscastings.ru – Загл. с экрана.

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

В список включается перечень лицензионных баз данных, информационно-справочных и поисковых систем (по профилю образовательных программ).

Например:

Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	TNT-ebook	https://www.tnt-ebook.ru/

Таблица 8 - Перечень программного обеспечения

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

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	2
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
Microsoft Office 2007 (лицензия № 44804588)	
1С предприятие 8.1 (лицензионное соглашение №800908353 с ЗАО «1С»)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)	
КонсультантПлюс (Договор № 28-13/16-313 от 27.12.16)	
Техэксперт (Договор №100/860 от 22.12.2016)	

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	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
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	3201 Мультимедийная аудитория (для проведения занятий)	"1. Доска меловая; 2. Экран настенный; 3. Мультимедийный проектор	"Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level; номер лицензии 44804588; дата выдачи 15.11.2008;

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра "Металлургические технологии и оборудование")	(Epson); 4. Компьютер PC Intel Pentium-G630/2 Gb RAM/HDD 500 5. Рабочее место преподавателя 6. Рабочее место студента - 12 чел.	авторизационный номер лицензиата 64795440ZZE1011. - Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)
	3204 Учебная лаборатория (для проведения занятий лабораторного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра "Металлургические технологии и оборудование")	"1. Микроскоп Altami MET 3MT 2. Установка плавильная индукционная УПИ-120-2. 3. Установка плавильная индукционная вакуумная ЛК140-2."	"Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level; номер лицензии 44804588; дата выдачи 15.11.2008; авторизационный номер лицензиата 64795440ZZE1011. - Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)
	3217 Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра "Металлургические технологии и оборудование")	"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. Лабораторный учебный стенд ""Автоматика и управление"" 8. Термическая печь"	"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. - Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024); - SIKE.Конструкция ДСП retail; - SIKE.Конструкция АПК retail.
	3211 Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и	"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.

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	промежуточной аттестации) (кафедра "Металлургические технологии и оборудование")	6. Рабочее место студента - 12 чел. 7. Библиотека кафедры. 8. Учебный стенд ""Специальные виды литья"" 9. Учебный стенд ""Огнеупорные материалы""	- Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024); - SIKE.Конструкция ДСП retail; - SIKE.Конструкция АПК retail."
	3306.а Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра "Металлургические технологии и оборудование")	"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 - Adem; договор №121-260 от 21.09.2012; ключ защиты 3689 от 26.04.2012. Предоставляемое ОУ на безвозмездной основе в учебных целях: - Inventor Professional 2021; s/n 570-65042789 однопользовательская лицензия для образовательных учреждений на несколько рабочих мест: http://www.autodesk.com/education/free-software/inventor-professional ; - PDM STEP Suite 5.405 free license: http://pss.cals.ru ; - STOR M3 demo; "

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 работа 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 с 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 допороговому 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.

1. Металлургическая теплотехника: метод. указания для студентов по направлениям подготовки «Металлургия» всех форм обучения. Ч.2 / НГТУ;

- сост.: И.И. Рожков, В.Н. Гущин, М.А. Ларин, Е.И. Яровая. – Н.Новгород, 2014. – 25с.
2. Определение коэффициента температуропроводности: метод. указания / НГТУ; сост.: М.А. Ларин, В.Н. Гущин. – Н.Новгород, 2011. – 18с.
 3. Металлургическая теплотехника. Ч.1: метод. указания / НГТУ; сост.: В.А. Ульянов, М.А. Ларин. – Н.Новгород, 2009. – 25с.
 4. Измерение температур: метод. указания по направлению подготовки студентов «Металлургия» для студентов всех форм обучения. Ч.2 / НГТУ; сост.: В.А.Ульянов, В.Н. Гущин, С.А.Балан, В.Е.Шигин. – Н.Новгород, 2015. – 21 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.

Методические указания к практическим занятиям представлены в учебно-методическом пособии:

1. Ульянов, В.А. Нагрев и нагревательные устройства/ В.А. Ульянов, В.Н. Гущин, Е.А. Чернышов; - М.: Академия, 2010.- 255 с.
2. Гущин, В.Н. Общая теория печей: типовые расчеты. Учебное пособие./ В.Н. Гущин В.А Володин, В.А. Братухин– Н.Новгород, НГТУ, 2015. 183с

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.

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. В баллоне объемом 10 л находится воздух под давлением 8 МПа и при температуре 25 °С. Определить конечную температуру воздуха, если к нему подвели 34 кДж. $C_v=736 \text{ Дж/(кг.К)}$. $R=287 \text{ Дж/(кг.К)}$.
2. Азот массой 3 кг расширяется при постоянном давлении 7 МПа так, что температура повышается от 20 °С до 38 °С. Определить конечный объем азота, совершаемую им работу и подведенную теплоту. $R=297 \text{ Дж/(кг.К)}$. $C_p=1,056 \text{ кДж/(кг.К)}$.
3. В компрессоре сжимается воздух массой 1,2 кг при постоянной температуре 20 °С от начального давления 1,2 МПа до 4,3 МПа. Определить массу воды, потребовавшуюся для охлаждения воздуха, если ее начальная температура была 15 °С. $C_v=4,19 \text{ кДж/(кг.К)}$. $R=287 \text{ Дж/(кг.К)}$.
4. Воздух массой 0,7 кг при давлении 1,8 МПа и температуре 25 °С расширяется по адиабате так, что его объем увеличивается в 2,5 раза. Определить конечные объем, давление, работу расширения и изменение внутренней энергии.
5. Определить КПД обратимого цикла теплового двигателя, если подвод теплоты осуществляется при температуре 500 °С, а отвод – при 15 °С.
6. При совершении обратимого цикла в тепловом двигателе к рабочему телу подводится 200 МДж теплоты. При этом двигатель совершает работу, равную 200 МДж. Определить термический КПД цикла
7. Определить избыточное давление в печи при заданных параметрах.
8. Рассчитать коэффициент теплоотдачи к нагреваемой заготовке при изменении тепло-технических параметров.
9. Рассчитать изменение коэффициента теплопередачи и теплового потока при изменении условий теплообмена и материала футеровки (ее теплопроводности, толщины и др.)
10. Рассчитать гидродинамические потери в конкретной металлургической системе

11.1.2. Типовые задания для лабораторных работ

1. Определение показателя политропы.
2. Уравнение Бернулли. Определение составляющих уравнения и гидродинамических потерь.
3. Определение коэффициента теплопередачи при движении воздуха в трубе.
4. Нагрев теплотехнически тонкого тела. Расчет коэффициента теплоотдачи и времени нагрева ТТТ.

11.1.2. Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) опроса

1. Провести математическое описание тепловых процессов, оборудования и производственных объектов (по указанию преподавателя)
2. Провести математическую обработку результатов эксперимента (по указанию преподавателя)
3. Провести расчет и проектирование деталей и узлов теплообменных конструкций (по указанию преподавателя)
3. Провести контроль эффективности тепловой работы печных агрегатов с использованием типовых методов расчета
4. Составить график теплового состояния оборудования на производственном участке

5. Провести расчет гидродинамических потерь в конкретной металлургической системе (по указанию преподавателя)

11.1.3. Типовые кейс-задачи

1. Определить рациональный обмен энергией между термодинамической системой и окружающей средой (по указанию преподавателя).
2. Предложить рациональный алгоритм расчета радиационного теплообмена в поглощающей и излучающей среды (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: экзамен в устной-письменной форме по экзаменационным билетам.

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену

1. Термодинамическая система, параметры состояния и внутренняя энергия.
2. Теплота и работа. Первый закон термодинамики.
3. Круговые процессы. Цикл Карно.
4. Второй закон термодинамики.
5. Политропный процесс.
6. Статика одно- и двух- однородных газов.
7. Законы сохранения массы и импульса реальных жидкостей и газов.
8. Уравнение Бернулли.
9. Разряжение, создаваемое дымовой трубой.
10. Потери на местные сопротивления.
11. Динамика газов в дымовой печи.
12. Способы передачи теплоты.
13. Закон Фурье.
14. Дифференциальное уравнение Фурье.
15. Основные теплофизические параметры: λ , c , ρ , q .
16. Закон Ньютона.
17. Условия однозначности.
18. Стационарная теплопроводность плоской стенки.
19. Теплопередача через плоскую стенку.
20. Теплопередача через многослойную стенку.
21. Коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи.
22. Интенсификация теплопередачи.
23. Уменьшение теплопередачи.
24. Законы Кирхгофа и Планка, Стефана-Больцмана.
25. Теплообмен излучением между параллельными поверхностями.
26. Теплообмен излучением в замкнутой системе.
27. Степень черноты и излучательная способность.
28. Перенос лучистой энергии в поглощающей и излучающей среде.
29. Особенности конвективного теплообмена.
30. Теплоотдача при свободной конвекции.
31. Теплоотдача при вынужденной конвекции.
32. Теплоотдача расплавленных металлов.
33. Теплоотдача при кипении жидкости.
34. Нестандартная теплопроводность.

35. Графический метод решения задач нагрева и охлаждения.
36. Нагрев теплотехнически «тонких» тел.
37. Нагрев теплотехнически «массивных» тел при граничных условиях 1, 2 и 3го рода.
38. Несимметричный нагрев.
39. Определение коэффициента теплоотдачи при нагреве в печах.
40. Определение коэффициента теплопроводности при нагреве многослойных материалов.

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу дисциплины «Теплофизика»
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 **«Теплофизика»** ОП ВО по направлению 22.03.02 *«Металлургия»*, профиль *«Процессы и агрегаты металлургии»* (бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», на кафедре «Металлургические технологии и оборудование» (разработчик – Яровая Е.И. к.т.н., доцент, доцент).

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 **«Теплофизика»** закреплена **компетенция ОПК-4, ОПК-6**. Дисциплина и представленная Программа способны реализовать ее 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 **«Теплофизика»** составляет 5 зачётных единиц (180 часа). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина **«Теплофизика»** 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 **«Теплофизика»** 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 и др.), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, – экзамен, 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 наименований,

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 **«Теплофизика»** 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 **«Теплофизика»**.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины **«Теплофизика»** ОПОП ВО по направлению 22.03.02 «Металлургия», *профиль «Процессы и агрегаты металлургии»* (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Яровой Еленой Игоревной к.т.н., доцентом, доцентом 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.