

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 02.06.2020 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол № 6 от 10.06.2021

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 01.06.2021 № 7

Зав. кафедрой д.т.н., профессор _____ А.А. Хлыбов
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИФХТиМ, Протокол от 08.06.2021 № 1.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 22.03.01 –М-41

Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Н.И. Кабанина

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2.	Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3.	Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.....	4
4.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине.....	6
5.	Структура и содержание дисциплины.....	7
6.	Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	11
7.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	14
8.	Информационное обеспечение дисциплины.....	15
9.	Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	17
10.	Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	17
11.	Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	19
12.	Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	21
	Лист актуализации рабочей программы дисциплины.....	28

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины:

Цель освоения дисциплины - изучение физических свойств материалов (электрических, магнитных, тепловых, оптических, радиационных), их природы, характерных для данного класса материалов показателей физических свойств, законов изменения их величин в зависимости от внешнего воздействия, пределы применимости используемых теорий и зависимостей для адекватного использования полученных знаний в практической деятельности исследования (оценки) физических свойств материалов разных классов при эксплуатации под влиянием внешних воздействий.

Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучить принципы классификации материалов с особыми физическими свойствами и критерии отнесения материала к данному классу;
- изучить физические свойства разной природы и показатели физических свойств для материалов основных классов, знать: как и почему отличаются перечни физических свойств одной природы для материалов разных классов;
- изучить экспериментальные законы изменения показателей физических свойств под влиянием внешних и внутренних условий, а также основополагающие физические теории, объясняющие их, пределы применимости теорий и теоретических законов, преемственность теорий разного уровня,
- приобрести навыки по обоснованному использованию теоретических и экспериментальных законов изменения физических свойств под влиянием внешних и внутренних факторов для оценки изменения свойств при эксплуатации изделия, его производстве или технологической обработке;
- приобрести навыки по обоснованному формированию перечня физических свойств, требующих контроля в процессе эксплуатации изделия, его производстве или технологической обработке;
- приобрести навыки по обоснованному выбору перечня структурозависимых физических свойств, которые можно изменить соответствующей обработкой.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Б1.Б.23 «Физические свойства материалов» включена в перечень дисциплин базовой части определяющей направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технология материалов».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Физические свойства материалов» являются: «Введение в специальность», «Физика», «Материаловедение», «Теория строения материалов».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при прохождении преддипломной практики и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Физические свойства материалов» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3.КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на:

- формирование элементов следующих профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки: 22.03.01 «Материаловедение и технология материалов»: ПК-2 (табл. 1).

Таблица 1 – Формирование компетенций по дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих Компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Код компетенции ОПК – 2</i>								
Введение в специальность	*							
Экология	*							
Теория строения материалов			*	*				
Методы исследований материалов и процессов				*				
Физические свойства материалов				*				
Композиционные материалы				*				
Материаловедение				*	*			
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы								*
<i>Код компетенции ОПК – 6</i>								
Теория строения материалов				*				
Физические свойства материалов				*				
Композиционные материалы				*				
Материаловедение				*	*			
Технология конструкционных материалов					*			
Ознакомительная практика				*				
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы								*

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

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-2. Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений	ИОПК-2.1. Пользуется базовыми принципами материаловедения при разработке технологических процессов, технических систем и объектов	Знать: основные физические теории объясняющие формирование свойств материалов в процессе их получения, обработки и модификации; основные закономерности физических взаимодействий материалов с окружающей средой, излучениями, полями и частицами	Уметь: оценить влияние химического состава и структуры материала на формирование его физических свойств;	Владеть: принципами технических методов получения, обработки и модификации материалов с целью получения заданных физических свойств;	Тест, презентация доклада, индивидуальные практические задачи, решение кейс-задач	Перечень вопросов для подготовки зачету
	ИОПК-2.2. Учитывает возможные экономические и социальные ограничения технологических процессов, технических систем и объектов	Знать: основные технологии получения, обработки и модификации, направленные на изготовление материалов с заданными физическими свойствами и их ограничения;	Уметь: сравнительно оценивать экономические предпосылки изготовления материалов с заданными физическими свойствами конкретным методом;	Владеть: навыками выбора наиболее рационального метода изготовления материалов с заданными физическими свойствами с учетом экономических ограничений		

<p>ОПК-6. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии</p>	<p>ИОПК-2.3. Учитывает влияние на экологическую обстановку технологических процессов, технических систем и технологий в материаловедении</p>	<p>Знать: обобщенное влияние на экологию основных технологий получения, обработки и модификации, направленных на изготовление материалов заданными физическими свойствами;</p>	<p>Уметь: сравнительно оценивать влияние на экологию различных методов изготовления материалов с заданными физическими свойствами;</p>	<p>Владеть: навыками выбора наиболее экологичного метода изготовления материалов с заданными физическими свойствами</p>		
	<p>ИОПК-6.1 Применяет знания об основных этапах технологических процессов в материаловедении</p>	<p>Знать: основные этапы формирования заданных физических свойств материалов, получаемых в рамках различных технологических процессов;</p>	<p>Уметь: прогнозировать необходимый для успешной эксплуатации комплекс физических свойств материала и методов/технологий их достижения;</p>	<p>Владеть: навыками назначения эффективных и безопасных технологий изготовления материалов заданными физическими свойствами</p>		
	<p>ИОПК-6.2 Принимает обоснованные технические решения в материаловедении</p>					
	<p>ИОПК-6.3 Использует эффективные и безопасные технические средства и технологии</p>					

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. 72 часа, распределение часов по видам работ курса представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по курсам 2 курс, 4 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	72	72
1. Контактная работа:	38	38
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	34	34
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	17	17
лабораторные работы (ЛР)		
1.2.Внеаудиторная, в том числе	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	2	2
контрольные работы		
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)	2	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	34	34
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.)	26	26
Подготовка к зачету	8	8

5.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивны х образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическ ой подготовки (трудоемко сть в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
ОПК – 2 ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК -2.3 ОПК-6 ИОПК-6.1, ИОПК-6.2, ИОПК-6.3	Раздел 1 Основные экспериментальные законы и классическая электронная теория металлов							
	Тема 1.1 Предпосылки появления классической электронной теории металлов (КЭТМ). Гипотезы КЭТМ, объяснение процесса электропроводности и электросопротивления металлов Как КЭТМ объясняет основные экспериментальные законы классической физики. Пределы применимости теории КЭТМ	1			0,5	Проработка и освоение лекционного материала [7.1.5], стр.334-340, с формированием глоссария	Лекция-проблемная с частичным привлечением слушателей в форме дискуссии, беседы	
	Работа по освоению 1 раздела:	1			0,5			
	Итого по 1 разделу	1			0,5			
	Раздел 2 Основные положения квантовой механики.							
	Тема 2.1. Предпосылки появления квантовой механики (КМ). Строение атома. Гипотезы КМ, основные понятия и используемый математический аппарат. Описание состояния частиц микромира, квантовые числа и откуда они берутся. Как происходит изменение энергетического состояния квантовой системы. Квантовые переходы	1			0,5	Проработка и освоение лекционного материала [7.1.2], стр.253-296с , [7.1.5], стр.293-319с с формированием глоссария	Лекция-проблемная с частичным привлечением слушателей в форме дискуссии, беседы	
	Тема 2.2 Атомные и молекулярные энергетические спектры в КМ. Основы зонной теории твердых тел. Что дает материаловедению зонная теория твердых тел	2			1	Проработка и освоение лекционного материала [7.1.2], стр.253-296с , [7.1.5], стр.293-319с с формированием глоссария	Лекция-проблемная с частичным привлечением слушателей в форме дискуссии, беседы	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивны х образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическ ой подготовки (трудоемко сть в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	Практическое занятие №1. Сравнительный анализ теорий КЭТ и КМ и их возможностей (гипотезы, области применения, основные отличия, как формируются стационарные энергетические атомные и молекулярные структуры, формирование зонной структуры твердых тел ее роль в материаловедении) по разделам 1-2			2	1	Подготовка к ПЗ [7.1.2, 7.15]	Кейс-задача 1 - раздел 1, 2	
	Работа по освоению 2 раздела:	3		2	2,5			
	Итого по 2 разделу	3		2	2,5			
	Раздел 3 Тепловые свойства твердых тел							
	Тема 3.1. Основные понятия о тепловых свойствах твердых тел. Объяснение теплоемкости материалов квантовой механикой. Фононы, особенности фононного взаимодействия. Электронная и фононная теплоемкости. Теплоемкость диэлектриков и проводников, температурные зависимости. Учет влияния дефектов структуры, примесей, химического и фазового состава (экспериментальные зависимости реальных материалов).	2			0,5	Проработка и освоение лекционного материала [7.1.2], стр.201-253с , [7.1.5], стр.119-226с с формированием глоссария	Лекция-проблемная с частичным привлечением слушателей в форме дискуссии, бесед	
	Тема 3.2. Теплопроводность диэлектриков и проводников, температурные зависимости. Электронная и фононная теплопроводности. Учет влияния дефектов структуры, примесей, химического и фазового состава (экспериментальные зависимости реальных материалов).	2			0,5	Проработка и освоение лекционного материала [7.1.2], стр.201-253с , [7.1.5], стр.119-226с с формированием глоссария	Лекция-проблемная с частичным привлечением слушателей в форме дискуссии, бесед	
	Практическое занятие №2 Сравнительный анализ основных физических зависимостей тепловых свойств, полученных с помощью КЭТ и КМ, их отличие, пределы использования теоретических законов Выполнение индивидуального задания по обоснованному выбору способа оценки (расчета) теплоемкости			2	2	Подготовка к ПЗ [7.3.1, 7.3.2, 7.1.1]	Кейс-задача 1 - раздел 3 Кейс-задача 2 – раздел 3	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивны х образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическ ой подготовки (трудоемко сть в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	(теплопроводности) для заданного материала и внешних условий (по 3 разделу)							
	Работа по освоению 3 раздела:	4		2	3			
	Итого по 3 разделу	4		2	36			
	Раздел 4 Электрические свойства материалов							
	Тема 4.1 Электрические свойства металлов с точки зрения КМ. Электрические свойства реальных металлов. Зависимость электросопротивления металлов от давления, наклепа, отжига металлов. Электросопротивление твердых растворов. Методы анализа чистоты металла по остаточному электросопротивлению	1			0,5	Проработка и освоение лекционного материала [7.1.2], стр.296-303с, [7.1.5], стр.320-327с, 331-340с. [7.1.11], стр.133-194с с формированием глоссария	Лекции- проблемные с частичным привлечением слушателей в форме дискуссии, беседы	
	Практическое занятие №3 Сравнительный анализ основных физических зависимостей электрических свойств, полученных с помощью КЭТ и КМ, их отличие, пределы использования теоретических законов Выполнение индивидуального задания по обоснованному выбору способа оценки (расчета) электропроводности (электросопротивления) для заданного материала и внешних условий (4 раздел, тема 4.1)			2	2,5	Подготовка к ПЗ [7.1.2, 7.1.5, 7.1.11]	Кейс-задача 1 - 4.1, Кейс-задача 2 – 4.1	
	Тема 4.2 Сверхпроводимость материалов. Свойства сверхпроводников (критическая температура, изотопический эффект, эффект Мейсснера- Оксенфельда, идеальный диамагнетизм...). Низкотемпературная и высокотемпературная сверхпроводимости. Виды сверхпроводников.	1,5			0,5	Проработка и освоение лекционного материала [7.1.2], стр.399-438, [7.1.11], стр.194-204, [7.1.6], стр.236-245, [7.1.5], стр.367-390, с формированием глоссария	Лекция- проблемная с частичным привлечением слушателей в форме дискуссии, бесед	
	Тема 4.3 Теории сверхпроводимости (Лондонов, Гинзбурга-Ландау, БКШ). Физический механизм сверхпроводимости по теории БКШ	0,5			0,5	Проработка и освоение лекционного материала [7.1.2], стр.399-438, [7.1.11], стр.194-204,	Лекция- проблемная с частичным привлечением	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивны х образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическ ой подготовки (трудоемко сть в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
						[7.1.6], стр.236-245, [7.1.5], стр.367-390, с формированием гlossария	слушателей в форме дискуссии, бесед	
	Тема 4.4 Электрические свойства полупроводников. Особенности электронного строения. Виды и природа проводимости полупроводников, собственные и примесные полупроводники. Доноры и акцепторы. Свойства (носители тока и их концентрация, уровень Ферми, подвижность носителей, ширина запрещенной зоны...). Зависимость свойств от внешнего воздействия. Основные зависимости и законы. Сравнение с металлами. Причины вырождения полупроводника. Контактные явления.	0,5			1	Проработка и освоение лекционного материала [7.1.12], стр.197-213, [7.1.2], стр.316-328, 329-361, [7.1.6], стр.245-251, [7.1.5], стр.327-331, с формированием glossария		
	Практическое занятие №4 Заслушивание и конструктивное обсуждение докладов по самостоятельно изученным вопросам темы 4.4			2	1	Подготовка к ПЗ [7.1.12], стр.197-213, [7.1.2], стр.316-328, 329-361, [7.1.6], стр.245-251, [7.1.5], стр.327-331, с формированием glossария написание доклада с презентацией по индивидуальной теме	Коллоквиум	Участие в групповых обсуждениях
	Тема 4.5 Особенности электронного строения и свойства диэлектриков (поляризация, электропроводность, диэлектрические потери, электрическая прочность, пробой). Виды диэлектрической проницаемости. Физический смысл основных параметров и законы изменения под влиянием внешних факторов. Полярные и неполярные диэлектрики. Физическая природа свойств сегнето-, пьезо- и пирозлектриков, электретов, активных	0,5			1	Проработка и освоение материала [7.1.12], стр.94-146, [7.1.2], стр.329-361, [7.1.6], стр.251-273, [7.1.5], стр.260-292, с формированием glossария		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивны х образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическ ой подготовки (трудоемко сть в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	элементов оптических устройств. Их свойства и зависимости от внешних и внутренних факторов.							
	Практическое занятие №5 Заслушивание и конструктивное обсуждение докладов по самостоятельно изученным вопросам темы 4.5			2	1	Подготовка к ПЗ [7.1.12, 7.1.2.,7.1.6, 7.1.5] составление доклада с презентацией	Коллоквиум	Участие в групповых обсуждениях
	Работа по освоению 4 раздела:	4		6	8			
	Итого по 4 разделу	4		6	8			
	Раздел 5. Магнитные свойства материалов							
	Тема 5.1 Магнитное поле и его характеристики. Магнитное поле в веществе и магнитные свойства материала. Классификация материалов по магнитным свойствам. Физическая природа диа- и парамагнетизма. Примеры диа- и парамагнетиков, особенности строения и свойств. Законы Кюри и Кюри-Вейсса.	1			0,5	Проработка и освоение лекционного материала [7.1.2], стр.361-397, [7.1.6], стр.273-282, [7.1.5], стр.227-258, с формированием глоссария	Лекция-проблемная с частичным привлечением слушателей в форме дискуссии, бесед	
	Тема 5.2 Физическая природа ферро-, антиферро- и ферримагнетиков. Обменный интеграл, примеры материалов, особенности строения и свойства. Точки Кюри и Нееля. Петля гистерезиса и основные характеристики ферромагнитных материалов. Процесс технического намагничивания. Принципы классификации ферромагнетиков, основные классы	1			0,5	Проработка и освоение лекционного материала [7.1.2], стр.361-397, [7.1.6], стр.282-300, [7.1.5], стр.240-258, [7.1.11], стр.42-133, с формированием глоссария	Лекция-проблемная с частичным привлечением слушателей в форме дискуссии, бесед	
	Тема 5.3 Магнитные свойства реальных ферромагнетиков. Влияние состава и внешних факторов на них. Структурнонезависимые магнитные свойства ферромагнетиков. Анизотропия Акулова.	1			0,5	Проработка и освоение лекционного материала [7.1.2], стр.361-397, [7.1.6], стр.282-300, [7.1.5], стр.240-258, [7.1.11], стр.42-133,	Лекция-проблемная с частичным привлечением слушателей в форме	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивны х образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическ ой подготовки (трудоемко сть в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
						с формированием гlossария	дискуссии, бесед	
	Практическое занятие №6 Сравнительный анализ основных магнитных свойств диа- , пара-, ферро-, антиферро- и ферромагнетиков. Влияние состава и внешних факторов на ферромагнетики.			2	1,5	Проработка и освоение лекционного материала [7.1.2], стр.361-397, [7.1.6], стр.282-300, [7.1.5], стр.240-258, [7.1.11], стр.42-133, с формированием glossария	Кейс-задача 1 -5 раздел	
	Работа по освоению 5 раздела:	3		2	3			
	Итого по 5 разделу	3		2	3			
	Раздел 6. Оптические свойства материалов							
	Тема 6. 1. Что такое оптическое воздействие на материал и оптические материалы. Оптические свойства материалов. Диаграмма Аббе. Классификация оптических материалов. Основные оптические показатели материалов разных классов (групп, подгрупп), зависимость их от внешних и внутренних факторов. Способы изменения оптических показателей в соответствии с эксплуатационными требованиями.	0,5			1	Проработка и освоение лекционного материала [7.1.1], стр.155-167, [7.1.2], стр.438-455, [7.1.5], стр.348-366, с формированием glossария, самостоятельное изучение отдельных тем (вопросов), рекомендованной литературы; -		
	Тема 6.2 Показатель преломления оптических материалов. Физические основы получения материалов с необычными свойствами (метаматериалы). Традиционные подходы к разработке метаматериалов	0,5			0,5	Проработка и освоение лекционного материала [7.1.1], стр.167-177, самостоятельное изучение отдельных тем (вопросов),		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивны х образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическ ой подготовки (трудоемко сть в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	Альтернативные разработки по оптической маскировке предметов					рекомендованной литературы; формирование глоссария		
	Практическое занятие №7 Заслушивание и конструктивное обсуждение докладов по самостоятельно изученным вопросам раздела 6			2	1	Подготовка к ПЗ [7.1.1], [7.1.2], [7.1.5], составление доклада с презентацией	Коллоквиум Участие в групповых обсуждениях	составление доклада с презентацией
	Работа по освоению 6 раздела:	1		2	2,5			
	Итого по 6 разделу	1		2	2,5			
	Раздел 7. Термоэлектрические явления в металлах и полупроводниках							
	Тема 7.1 Основные законы термоэлектрических явлений в металлах и показатели, характеризующие их. Основные законы термоэлектрических явлений в металлах и показатели, характеризующие их. Применение	0,5			1	Проработка и самостоятельное изучение отдельных тем (вопросов), рекомендованной литературы; формирование глоссария [7.1.11], стр.229-243 с		
	Практическое занятие №8 Заслушивание и конструктивное обсуждение докладов по самостоятельно изученным вопросам раздела 7			1	1,5	Подготовка к ПЗ [7.1.11] составление доклада с презентацией	Коллоквиум	Участие в групповых обсуждениях
	Работа по освоению 7 раздела:	0,5		1	2,5			
	Итого по 7 разделу	0,5		1	2,5			
	Раздел 8. Радиационные свойства материалов							
	Тема 8.1 Радиоактивность. Радиационные свойства материалов. Материалы, излучающие и поглощающие, физика процессов. Основные понятия. Влияние излучения на материал, радиационные дефекты (появление, развитие, влияние на структуру и свойства материалов, способы устранения). Параметры, характеризующие степень радиационного воздействия на материал.	0,5			2	Проработка и освоение лекционного материала [7.1.1], стр.177-209, самостоятельное изучение отдельных тем (вопросов), рекомендованной литературы; составление конспекта; формирование		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивны х образовательн ых технологий	Реализация в рамках практическ ой подготовки (трудоемко сть в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
						гlossария .		
	Практическое занятие №9 Заслушивание и конструктивное обсуждение докладов по самостоятельно изученным вопросам раздела 8			2	2	Подготовка к ПЗ [7.3.1, 7.3.2,.7.1.1] -составление доклада с презентацией	Коллоквиум	Участие в групповых обсуждениях
	Работа по освоению 8 раздела:	0,5		2	4			
	Итого по 8 разделу	0,5		2	4			
	Подготовка к зачету				8			
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17		17	34			
	ИТОГО по дисциплине (в том числе не менее 20% с использованием интерактивных образовательных технологий)	17		17	34			

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

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

Текущий контроль знаний студентов по дисциплине проводится в соответствии с **комплексной оценкой знаний**, включающей:

- 1) защиту разработанного глоссария;
- 2) удовлетворительное решение индивидуальных практических заданий Кейс-задача 1 и Кейс-задача 2;
- 3) защиту написанного доклада и его презентации на практических занятиях.

Итог текущей успеваемости включает в себя результаты выполнения самостоятельной работы (глоссарий по всем темам), результаты решения Кейс - задач типа 1 и 2 и презентацию доклада на практических занятиях, результаты итогового теста.

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

Типовые задания для выполнения указанных заданий 1-4 для текущего контроля усвоения знаний, умений и навыков представлены в §12.1.

Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет) проводится по результатам устного опроса

Типовые вопросы, выносимые на промежуточную аттестацию (зачет):

1. Описать основные эксперименты, ставшие основой для создания классической электронной теории. Кто ее автор.
2. Основные гипотезы и положения классической электронной теории металлов. Что такое электронный газ, свободный пробег электронов, добавочная скорость электрона.
3. Описать процесс возникновения электрического тока и электрического сопротивления в металлах с точки зрения классической электронной теории металлов. Объяснение закона Ома.
4. Описать эффект Холла и объяснить его с точки зрения классической электронной теории металлов.
5. Описать эксперимент Джоуля- Ленца. Дать его объяснение с точки зрения классической электронной теории металлов.
6. Теория Резерфорда, причины ее несостоятельности. Постулаты теории строения атома Бора. Из каких положений классической теории они следуют.
7. Основные положения квантовой механики, их смысл. Принцип неопределенностей Гейзенберга, что он отражает, как с ним связано понятие электронной орбиты в атоме, введенной Бором.
8. Гипотезы корпускулярно- волновой природы света (электромагнитной волны). Квант энергии, постоянная Планка, фотон. Основные формулы. Когда проявляются корпускулярные свойства фотона.
9. Что описывают коэффициенты Эйнштейна. Какова связь между ними. Что определяет коэффициент A_{nm} . Описать процесс квантового перехода из стационарного состояния в возбужденное и обратно. Условие детального равновесия.
10. В чем разница в образовании связей в двух- атомных молекулах (гетероядерной и гомоядерной). Как можно оценить ионность и ковалентность связи.

11. Приближения зонной теории твердых тел. Движение свободного электрона в металле (собственные функции и значения). Уравнение Шредингера для электрона в периодическом поле кристалла. Функции Блоха.
12. Описать образование энергетических зон в кристаллическом твердом теле. Ширина разрешенных зон. Что такое зона Бриллюэна. Энергетическая щель. Что приводит к образованию энергетической щели.
13. Теплоемкость. Основные определения. Закон Дюлонга-Пти, когда он работает, где может быть использован. Теплоемкость с точки зрения квантовой теории. Что такое фонон. Функция распределения фонона и его энергия. Связь энергии фонона с полной внутренней энергией решетки. Связь энергии решетки с теплоемкостью.
14. Теория Эйнштейна о теплоемкости твердого тела, основные предпосылки теории. Температура Эйнштейна. Пределы использования теории.
15. Теория Дебая о теплоемкости. Основные предпосылки и пределы использования теории. Температура Дебая.
16. Электронная теплоемкость. Теория Зоммерфельда. Ее предпосылки и основные результаты (зависимость электронной теплоемкости от температуры).
17. Электронная проводимость и электрическое сопротивление металлов с точки зрения теории Лоренца, моделей Эйнштейна и Дебая. Закон T^5 Блоха – Грюнайзена.
18. Закон Видемана –Франца и формула Друде. Связь электропроводности и площади Ферми, какое объяснение электропроводности вытекает отсюда.
19. Поглощение электромагнитного излучения и энергетическая щель.
20. Стационарный и нестационарный эффекты Джозефсонов.
21. Высокотемпературная сверхпроводимость. Особенности высокотемпературных сверхпроводников.
22. Теории сверхпроводимости Лондонов и Гинзбурга – Ландау.
23. Правило аддитивности Неймана-Конна. Когда выполняется, а когда – нет. Эмпирические уравнения Крестовникова и Вендриха для расчета теплоемкости. Формула Нернста-Линдемана.

6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «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
ОПК-2. Способен участвовать в проектировании и технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений	ИОПК-2.1. Пользуется базовыми принципами материаловедения при разработке технологических процессов, технических систем и объектов	Не знает основные физические теории объясняющие формирование свойств материалов в процессе их получения, обработки и модификации; основные закономерности физических взаимодействий материалов с окружающей средой, излучениями, полями и частицами; Не умеет оценить влияние химического состава и структуры материала на формирование его физических свойств; Не владеет принципами технических методов получения, обработки и модификации материалов с целью получения заданных физических свойств;	Знает основные физические теории объясняющие формирование свойств материалов в процессе их получения, обработки и модификации; основные закономерности физических взаимодействий материалов с окружающей средой, излучениями, полями и частицами; Не умеет оценить влияние химического состава и структуры материала на формирование его физических свойств; Не владеет принципами технических методов получения, обработки и модификации материалов с целью получения заданных физических свойств;	Знает основные физические теории объясняющие формирование свойств материалов в процессе их получения, обработки и модификации; основные закономерности физических взаимодействий материалов с окружающей средой, излучениями, полями и частицами; Умеет оценить влияние химического состава и структуры материала на формирование его физических свойств; Испытывает затруднения при использовании принципов технических методов получения, обработки и модификации материалов с целью получения заданных физических свойств;	Знает основные физические теории объясняющие формирование свойств материалов в процессе их получения, обработки и модификации; основные закономерности физических взаимодействий материалов с окружающей средой, излучениями, полями и частицами; Умеет оценить влияние химического состава и структуры материала на формирование его физических свойств; Владеет принципами технических методов получения, обработки и модификации материалов с целью получения заданных физических свойств;
	ИОПК-2.2. Учитывает возможные экономические и социальные ограничения	Не знает основные технологии получения, обработки и модификации, направленные на изготовление материалов с заданными физическими свойствами и их ограничения;	Знает основные технологии получения, обработки и модификации, направленные на изготовление материалов с заданными физическими свойствами и их ограничения;	Знает основные технологии получения, обработки и модификации, направленные на изготовление материалов с заданными физическими свойствами и их ограничения;	Знает основные технологии получения, обработки и модификации, направленные на изготовление материалов с заданными физическими свойствами и их ограничения;

	технологических процессов, технических систем и объектов	Не умеет сравнительно оценивать экономические предпосылки изготовления материалов с заданными физическими свойствами конкретным методом; Не владеет навыками выбора наиболее рационального метода изготовления материалов с заданными физическими свойствами с учетом экономических ограничений	Затрудняется сравнительно оценивать экономические предпосылки изготовления материалов с заданными физическими свойствами конкретным методом; Не владеет навыками выбора наиболее рационального метода изготовления материалов с заданными физическими свойствами с учетом экономических ограничений	Способен сравнительно оценивать экономические предпосылки изготовления материалов с заданными физическими свойствами конкретным методом; Испытывает затруднения при выборе наиболее рационального метода изготовления материалов с заданными физическими свойствами с учетом экономических ограничений	Способен сравнительно оценивать экономические предпосылки изготовления материалов с заданными физическими свойствами конкретным методом; Может выбрать наиболее рациональный метод изготовления материалов с заданными физическими свойствами с учетом экономических ограничений
	<p>ИОПК-2.3. Учитывает влияние на экологическую обстановку технологических процессов, технических систем и технологий в материаловедении</p> <p>ИОПК-6.1 Применяет знания об основных этапах</p>	<p>Не знает обобщенное влияние на экологию основных технологий получения, обработки и модификации, направленных на изготовление материалов с заданными физическими свойствами; Не умеет сравнительно оценивать влияние на экологию различных методов изготовления материалов с заданными физическими свойствами; Не владеет навыками выбора наиболее экологичного метода изготовления материалов с заданными физическими свойствами</p> <p>Не знает основные этапы формирования заданных</p>	<p>Знает обобщенное влияние на экологию основных технологий получения, обработки и модификации, направленных на изготовление материалов с заданными физическими свойствами; Затрудняется сравнительно оценивать влияние на экологию различных методов изготовления материалов с заданными физическими свойствами; Не владеет методикой оценки процессов, происходящих в материале, которые приводят к ухудшению или улучшению его эксплуатационных свойств для данных эксплуатационных условий функционирования прибора.</p> <p>Знает основные этапы формирования заданных физических свойств</p>	<p>Знает обобщенное влияние на экологию основных технологий получения, обработки и модификации, направленных на изготовление материалов с заданными физическими свойствами; Умеет сравнительно оценивать влияние на экологию различных методов изготовления материалов с заданными физическими свойствами; Испытывает затруднения при использовании методики оценки процессов, происходящих в материале, которые приводят к ухудшению или улучшению его эксплуатационных свойств для данных эксплуатационных условий функционирования прибора.</p> <p>Знает основные этапы формирования заданных</p>	<p>Знает обобщенное влияние на экологию основных технологий получения, обработки и модификации, направленных на изготовление материалов с заданными физическими свойствами; Умеет сравнительно оценивать влияние на экологию различных методов изготовления материалов с заданными физическими свойствами; Уверенно владеет методикой оценки процессов, происходящих в материале, которые приводят к ухудшению или улучшению его эксплуатационных свойств для данных эксплуатационных условий функционирования прибора</p> <p>Знает основные этапы формирования заданных физических свойств материалов,</p>

	технологических процессов в материаловедении	физических свойств материалов, получаемых в рамках различных технологических процессов;	материалов, получаемых в рамках различных технологических процессов;	физических свойств материалов, получаемых в рамках различных технологических процессов;	получаемых в рамках различных технологических процессов;
	ИОПК-6.2 Принимает обоснованные технические решения в материаловедении	Не умеет прогнозировать необходимый для успешной эксплуатации комплекс физических свойств материала и методов/технологий их достижения;	Затрудняется прогнозировать необходимый для успешной эксплуатации комплекс физических свойств материала и методов/технологий их достижения;	Умеет прогнозировать необходимый для успешной эксплуатации комплекс физических свойств материала и методов/технологий их достижения;	Умеет прогнозировать необходимый для успешной эксплуатации комплекс физических свойств материала и методов/технологий их достижения;
	ИОПК-6.3 Использует эффективные и безопасные технические средства и технологии	Не владеет навыками назначения эффективных и безопасных технологий изготовления материалов с заданными физическими свойствами	Не владеет навыками назначения эффективных и безопасных технологий изготовления материалов с заданными физическими свойствами.	Испытывает затруднения при назначении эффективных и безопасных технологий изготовления материалов с заданными физическими свойствами	Владеет навыками назначения эффективных и безопасных технологий изготовления материалов с заданными физическими свойствами

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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

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

- 7.1.1 Бетина, Т. А. Материалы в приборостроении: учебное пособие / Т. А. Бетина. — Нижегород. Гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева.- Нижний Новгород, 2022.-216с.
- 7.1.2 Павлов, П.В. Физика твердого тела / П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов.- М.: Высшая школа, 2000.
- 7.1.3 Физическое материаловедение: учебник: в 7-ми томах. Т.1: Физика твердого тела/ и др. / В.Н. Яльцев [и др.] НИЯУ МИФИ; под общей ред. Б.А. Калина. – 2-е изд., перераб. - М.: 2012. - 763 с.
- 7.1.4 Материаловедение и технология материалов: учебник / Г. П. Фетисов [и др.]; под ред. Г.П. Фетисова. - М.: Юрайт, 2014. - 768 с.
- 7.1.5 Гуртов, В.А Физика твердого тела для инженеров: учеб. пособие / В.А. Гуртов, Р.Н. Осауленко. –2-е изд. доп. – М.: Техносфера, 2012. – 560 с.
- 7.1.6 Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учеб. пособие / под ред. В.С. Чередниченко. - М.: изд. «Омега», 2008. - 752 с.
- 7.1.7 Физическое материаловедение: Учебник: в 7-ми томах т. Т.2: Основы материаловедения/Г.Н. Елманов и др. НИЯУ МИФИ; под общей ред. Б.А. Калинина – 2-е изд., перераб.- М.:, 2012.- 603с.
- 7.1.8 Лахтин, Ю. М. Материаловедение: учебник / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. - М.: Альянс, 2013. - 528 с

- 7.1.9 Материаловедение / Б.Н. Арзамасов [и др.]. - М.: Изд. МГТУ им. Баумана, 2003.
- 7.1.10 Антипов, Б.П. Материалы электронной техники / Б.П. Антипов, В.С. Сорокин, В.А. Терехов. – М.: Энергоатомиздат, 1999.
- 7.1.11 Лившиц Б.Г. Физические свойства металлов и сплавов / Б.Г. Лившиц, В.С. Крапошин, Я.Л. Линецкий.-М.: Металлургия, 1980, 320с.
- 7.1.12 Бородулин В.Н. Электротехнические и конструкционные материалы / В.Н. Бородулин, А.С. Воробьев, В.М. Матюнин и др.; Под ред. В.А. Филикова.-М.: изд. центр «Академия», 2005,- 280 с.

7.2. Справочно-библиографическая литература

- 7.2.1 Единая система технологической подготовки производства. Сборник стандартов. – Москва : Стандартинформ, 2009.
- 7.2.2 Сорокин В.Г. и др. Марочник сталей и сплавов.- М.: Машиностроение, 1989 - 640 с.
- 7.2.3 Справочник по конструкционным материалам: справочник/ Б.Н. Арзамасов [и др.]; под ред. Б.Н. Арзамасова и Т.В. Соловьевой. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005 - 640 с.

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

- 7.3.1 Рабочая программа дисциплины Б1 Б.23 «Физические свойства материалов» для подготовки бакалавров / НГТУ; разр. Т.А. Бетина.- Н. Новгород, 2021, 40 с.
- 7.3.2 . Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. / НГТУ; Сост.:Т.И. Ермакова.- Н. Новгород, 2013, 35с.
CPC metod_rekom_srs.pdf

7.4 Перечень журналов по профилю дисциплины:

- 7.4.1 «Журнал технической физики» Сайт — <http://journals.ioffe.ru/jtf>
- 7.4.2. «Инженерное образование». Сайт — <http://www.ac-raee.ru/ru/magazin.htm>
- 7.4.3. Вестник машиностроения. Сайт - https://www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik_mashinostroeniya/
- 7.4.4. «Прогрессивные технологии и системы машиностроения». Сайт - <http://ptsm.donntu.org/>
- 7.4.5. Научный журнал «Молодой ученый». Сайт — moluch.ru.
- 7.4.6. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». Сайт — <https://cyberleninka.ru>

8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

8.1 Перечень информационных справочных систем

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

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. [Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса](http://elibrary.ru/defaultx.asp) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgass.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. Марочник сталей и сплавов <http://www.splav-kharkov.com/main.php>

Таблица 7 – Перечень электронных библиотечных систем

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

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

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

Таблица 8 – Программное обеспечение

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

8.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

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

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

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

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	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
4	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

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

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

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

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

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

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

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны быть 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	6409 Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации); г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12, корп.6	1. Доска меловая; 2. Экран 3. Мультимедийный приносимый Projektor MPT840 (переносной); 4. Ноутбук SonyVaio: Intel Core2Duo@1.8Ghz;2Gb озу (переносной); 5. Стул – 24шт.; 6. Парты – 18 шт.;	1. Windows Vista OEM Activation 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (с/н B24l-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020)
2	1333(1) Лаборатория «Термической обработки металлов», г. Нижний Новгород, Минина, 24	Оснащенность специализированной мебелью и техническими средствами: • Электропечь сопротивления камерная лабораторная СНОЛ-1,6,2,5.1/9-И4 • Микроскоп стереоскопический МБС-10. • Микроскоп МИМ-7 • Весы лабораторные аналитические модели ВЛА-200г-М • Прибор универсальный для измерения твердости металлов и сплавов ИТ5010 • Прибор для измерения твердости по методу Роквелла ТР 5006 • Прибор для измерения твердости по методу Роквелла ТК-2. • Парты – 11 шт. Стул – 22шт	
3	1333(3) Лаборатория «Металлографических исследований», г. Нижний Новгород, Минина, 24	Оснащенность специализированной мебелью и техническими средствами: • Микроскоп "Альтами МЕТ 1С" • Камера Альтами UCMOS03100KPA Весы аналитические типа АДВ-200 2 кл.	

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

Преподавание дисциплины «Физические свойства материалов» предполагает использование современных образовательных технологий (интерактивные технологии; разбор конкретных ситуаций, бально-рейтинговая технология оценивания), позволяющих повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

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

В случае возникновения необходимости у студента продолжить работу над выполнением задания, начатого на практическом занятии, он может закончить ее в домашних (во внеаудиторных) условиях.

Все вопросы, возникшие у студентов при выполнении самостоятельной работы в домашних условиях, подробно разбираются на индивидуальных и групповых консультациях с использованием встреч со студентами и современных информационных технологий: электронная почта, ZOOM, а также, при необходимости, на практических занятиях и лекциях (или после них).

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

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется бально-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с учетом итогов текущей успеваемости, включающих в себя результаты выполнения самостоятельной работы (гlossарий по темам, задачи типа 1 и 2, презентация доклада на практических занятиях).

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

11.2 Методические указания для занятий лекционного типа

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

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

Лекционный материал дисциплины «Физические свойства материалов» построен на систематизированном изложении сведений о разных классах физических свойств материалов и основополагающих теориях, дающих теоретические зависимости этих свойств от внешнего воздействия, а также ряд экспериментальных зависимостей.

В связи с этим, самостоятельная работа студентов, выполняемая ими в домашних условиях, предполагает, в том числе, формирование глоссария новых понятий, свойств, показателей, теорий, зависимостей, пределов их использования и т.д., что позволит им успешно пройти итоговое тестирование, а практические занятия базируются на выполнении студентами заданий (Кейс-задач) двух типов, описанных в §11.3, и проведении коллоквиумов с защитой и обсуждением докладов (презентаций по ним) по индивидуальным вопросам тем.

11.3 Методические указания по освоению дисциплины на практических работах

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

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

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

Практические занятия предусматривают выполнение Кейс-задач двух типов, заслушивание и конструктивное обсуждение докладов по самостоятельно изученным студентами вопросам тем 4.4, 4.5 и разделов 6-8, выполнение итогового теста на последнем занятии.

Типы Кейс-задач, предлагаемые студентам для выполнения на практических занятиях:

1) «Кейс-задача 1 – номер раздела (темы) (1-2; 3; 4.1; 5)» - систематизация сведений, изложенных в разделе (теме) и представленная в табличном виде;

2) «Кейс-задача 2 – номер раздела (темы) (3; 4.1)» - индивидуальное задание по обоснованному выбору способа оценки (расчета) физического показателя (в соответствии с указанной темой) для заданного материала и внешних условий.

Выполнение первого задания позволит студентам глубже понять суть рассмотренных теорий, теоретических и экспериментальных зависимостей, пределы их применимости.

Выполнение второго задания будет способствовать приобретению студентами умений и практических навыков постановки и решения задач по выбору обоснованного способа оценки (расчета) физического показателя, что будет полезно им для решения задач о выборе материала с заданными физическими свойствами для конкретной конструкции и внешних условий.

Выполнение задания «Кейс-задача 1 – 1-2» осуществляется в соответствии с разделами 1 и 2. Результаты представляются в виде таблицы, в которой дано краткое описание КЭТМ, ее возможности и пределы применимости; краткое описание квантовой теории твердого тела (КТТТ) и теорий строения атома (гипотезы, особенности описания квантовых систем, схемы образования атомных и молекулярных энергетических уровней (гомо-и гетероядерных), гипотезы и основные результаты зонной теории твердых тел

(ЗТТТ), схемы энергетических уровней металлов, полупроводников, диэлектриков, значение ЗТТТ для материаловедения). Работа выполняется в присутствии и при активной поддержке преподавателя во время проведения практических занятий.

Отчет по работе должен состоять из титульного листа и разработанных таблиц.

Выполнение задания «Кейс-задача 1 – (3; 4.1; 5)» осуществляется в соответствии с разделами 3, 5 и темы 4.1. Результаты представляются в виде таблицы, содержащей краткое логичное структурированное описание теоретических и экспериментальных зависимостей основных, рассмотренных в соответствующих разделах (р.3 – тепловые, 4.1 – электрические (для проводников), р.5 – магнитные) физических характеристик материала, области применения указанных зависимостей). Работа выполняется в присутствии и при активной поддержке преподавателя во время проведения практических занятий.

Отчет по работе должен состоять из титульного листа и разработанных таблиц.

Второе задание «Кейс-задача -2»: Выполнение индивидуального задания по обоснованному выбору способа оценки (расчета): электропроводности (электросопротивления) для заданного материала и внешних условий (4 раздел, тема 4.1) и тепловых свойств (раздел 3). Работа выполняется в присутствии и при активной поддержке преподавателя во время проведения практических занятий.

Отчет по выполненной работе должен содержать следующее: титульный лист, содержание, введение, описание назначения и функционирования изделия, условия его эксплуатации, описание используемого материала, определение его класса по применению, выбор и обоснование способа оценки (расчета) его физических характеристик и их зависимостей от внешних условий. Указание области применения расчетных зависимостей и формул, выводы, список литературы.

Примеры типовых заданий:

Типовые задания к практическим (семинарским) занятиям

1. «Кейс-задача 1 – разделы, темы»

1) «Кейс-задача 1 – 1-2»: Сравнительный анализ особенностей теорий КЭТМ и квантовой теории твердого тела (КТТТ) (гипотезы, возможности, пределы применимости)

2) «Кейс-задача 1 – 3»: Сравнительный анализ физической природы теплопроводности и особенностей расчета теплофизических свойств по теориям КЭТМ и КТТТ, учет дефектов реального материала, свод формул экспериментальных для конкретных случаев, пределы применимости, влияние внешних факторов.

3) «Кейс-задача 1 – 4.1»: Сравнительный анализ физической природы электропроводности и особенностей расчета электрических свойств по теориям КЭТМ и КТТТ, учет дефектов реального материала, свод формул экспериментальных для конкретных случаев, пределы применимости; влияние внешних факторов.

4) «Кейс-задача 1 – 5»: Сравнительный анализ особенностей магнитных свойств и физической природы магнетизма твердых тел разных классов, основные магнитные свойства ферромагнетиков, учет дефектов реального материала и влияние внешних факторов, свод формул экспериментальных для конкретных случаев, пределы применимости.

2. «Кейс-задача 2 – номер раздела или темы»

1) «Кейс-задача 2 – 3» Выполнение индивидуального задания по обоснованному выбору способа оценки (расчета) тепловых свойств для заданного материала и внешних условий (раздел 3).

2) «Кейс-задача 2 – 4-1 номер раздела или темы» Выполнение индивидуального задания по обоснованному выбору способа оценки (расчета): электропроводности (электросопротивления) для заданного материала и внешних условий.

Практические занятия № 4, 5, 6, 7, 8 предусматривают заслушивание и конструктивное обсуждение докладов по самостоятельно изученным студентами вопросам тем 4.4, 4.5, разделам: 6, 7, 8. (Электрические свойства полупроводников; Особенности электронного строения и свойства диэлектриков; Оптические свойства материалов; Термоэлектрические явления в металлах и полупроводниках; Радиационные свойства материалов).

Преподаватель вправе дополнить (заменить) темы докладов темами докладов из других разделов курса, которые представляются ему наиболее сложными для восприятия студентами.

1. Тема 4.4 - Электрические свойства полупроводников.

1) Особенности электронного строения полупроводников. Виды, природа проводимости. Механизмы переноса электричества в полупроводниках, собственные и примесные полупроводники. Доноры и акцепторы.

2) Электрические свойства полупроводников разных типов (носители заряда и их концентрация, уровень Ферми, подвижность носителей, ширина запрещенной зоны...).

2. Тема 4.5 - Особенности электронного строения и свойства диэлектриков (поляризация, электропроводность, диэлектрические потери, пробой):

1) Особенности электронного строения. Механизмы переноса электричества. Электропроводность диэлектриков.

2) Поляризация диэлектриков и ее виды. Полярные и неполярные диэлектрики. Основные характеристики поляризации.

3. Раздел 6 Оптические свойства материалов:

1) Виды взаимодействия света с твердым телом. Оптические свойства материалов их зависимость от внутренних и внешних параметров. Диаграмма Аббе.

2) Показатель преломления. Отрицательный показатель преломления и новые возможности в создании материалов.

4. Раздел 7 Термоэлектрические явления в металлах и полупроводниках:

1) Явление Пельтье, удельная термо-ЭДС и коэффициент Пельтье. Причины, обуславливающие использование явления Пельтье.

2) Явление Томпсона, 1-е и 2-е соотношения.

5. Раздел 8 Радиационные свойства материалов

1) Физическая природа явления радиоактивности, характеристики и виды радиоактивности. Основные понятия.

2) Радиационные свойства материалов, излучающих и поглощающих, физика процессов.

11.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине.

Студент должен использовать следующие виды самостоятельной работы при работе по дисциплине «Физические свойства материалов»:

- написание конспекта лекций на лекционных занятиях и изучение его после лекций с использованием рекомендованной литературы;
- написание глоссария по темам, рассмотренным на лекционных занятиях;
- работа с литературой и лекциями для подготовки к выполнению индивидуальных заданий на практических занятиях и их для защиты;

- доработка (корректировка, исправление и т.д.) во внеаудиторных условиях отчетов по выполнению индивидуальных заданий, работу над которыми студент начал на практических занятиях;

- подготовка доклада к выступлению с презентацией по темам, заданным преподавателем;

- подготовка к зачету.

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

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

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

Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

11.5 Методические указания к выполнению контрольных работ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Планом РПД по дисциплине «Физические свойства материалов» контрольные работы не предусмотрены.

12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая:

- 1) защиту разработанного глоссария;
- 2) удовлетворительное решение индивидуальных практических заданий Кейс-задача 1 и Кейс-задача 2;
- 3) защиту написанного доклада и его презентации на практических занятиях.

Примеры типовых заданий:

1). Задание на разработку глоссария

Пример глоссария:

«Закон Ома для тока в проводнике – ток, протекающий по проволоке, пропорционален разности потенциалов на ее концах (U).

$$I = \frac{U}{R},$$

где R – электрическое сопротивление и зависит от свойств материала, длины и поперечного сечения проволоки следующим образом:

$$R = \rho \frac{L}{A},$$

где L – длина проволоки, ρ – удельное (объемное) электрическое сопротивление материала проволоки, A – поперечное сечение проволоки.

Удельное электрическое сопротивление материала – величина, обратная удельной электрической проводимости материала (ρ), $\rho = \frac{1}{\sigma}$, $[\rho] = \frac{\text{мм}^2 \cdot \text{ом}}{\text{м}}$.

Закон Ома для плотности тока в проводнике –

$$j = \sigma E, \quad (1)$$

j – плотность электрического тока, $[j] = \text{А/мм}^2$; E – напряженность электрического поля, $[E] = \text{В/м}$; σ – удельная электрическая проводимость материала (коэффициент электропроводности), $[\sigma] = \frac{\text{м}}{\text{мм}^2 \cdot \text{ом}}$.

Средняя длина свободного пробега свободных электронов $\lambda_{\text{ср}}$ – длина свободного пробега свободных электронов от соударения до следующего соударения

И т. д. ».

Типовые задания к практическим (семинарским) занятиям

2). Индивидуальное практическое задание Кейс-задача 1- систематизация информации, приведенной в соответствующих темах (разделах) и представленная в табличном виде

1) «Кейс-задача 1 – 1-2»: Сравнительный анализ особенностей теорий КЭТМ и квантовой теории твердого тела (КТТТ) (гипотезы, возможности, пределы применимости)

2) «Кейс-задача 1 – 3»: Сравнительный анализ физической природы теплопроводности и особенностей расчета теплофизических свойств по теориям КЭТМ и КТТТ, учет дефектов реального материала, свод формул экспериментальных для конкретных случаев, пределы применимости, влияние внешних факторов.

3) «Кейс-задача 1 – 4.1»: Сравнительный анализ физической природы электропроводности и особенностей расчета электрических свойств по теориям КЭТМ и КТТТ, учет дефектов реального материала, свод формул экспериментальных для конкретных случаев, пределы применимости; влияние внешних факторов.

4) «Кейс-задача 1 – 5»: Сравнительный анализ особенностей магнитных свойств и физической природы магнетизма твердых тел разных классов, основные магнитные свойства ферромагнетиков, учет дефектов реального материала и влияние внешних факторов, свод формул экспериментальных для конкретных случаев, пределы применимости.

3). Индивидуальное практическое задание Кейс-задача 2- индивидуальное задание по обоснованному выбору способа оценки (расчета) физических свойств для заданного материала и внешних условий.

1) «Кейс-задача 2 – 3» Выполнение индивидуального задания по обоснованному выбору способа оценки (расчета) тепловых свойств для заданного материала и внешних условий (раздел 3).

2) «Кейс-задача 2 – 4.1» номер раздела или темы» Выполнение индивидуального задания по обоснованному выбору способа оценки (расчета): электропроводности (электросопротивления) для заданного материала и внешних условий.

4) Типовые названия докладов на практических занятиях

1. Тема 4.4 - Электрические свойства полупроводников.

1) Особенности электронного строения полупроводников. Виды, природа проводимости. Механизмы переноса электричества в полупроводниках, собственные и примесные полупроводники. Доноры и акцепторы.

2) Электрические свойства полупроводников разных типов (носители заряда и их концентрация, уровень Ферми, подвижность носителей, ширина запрещенной зоны...).

3) Зависимость электрических свойств полупроводников разных типов от внешнего воздействия. Основные зависимости и законы. Сравнение с металлами. Причины вырождения полупроводника.

4) Контактные явления в полупроводниках: электронно-дырочный переход, токи, концентрация неосновных носителей заряда у границ, методы формирования и классификация переходов.

5) Контактные явления в полупроводниках: распределение напряженности электрического поля и потенциала в электронно-дырочном переходе, барьерная емкость, выпрямляющие и омические переходы, гетеропереходы. Свойства и параметры омических переходов.

6) Контактные явления в полупроводниках: генерация и рекомбинация носителей заряда в электронно-дырочном переходе, основные понятия о лавинном, туннельном и тепловом пробоях полупроводников.

7) Свойства твердых тел в сильных электрических полях.

2. Тема 4.5 - Особенности электронного строения и свойства диэлектриков (поляризация, электропроводность, диэлектрические потери, пробой):

1) Особенности электронного строения. Механизмы переноса электричества. Электропроводность диэлектриков.

- 2) Поляризация диэлектриков и ее виды. Полярные и неполярные диэлектрики. Основные характеристики поляризации.
- 3) Упругая поляризация диэлектриков (электронная, ионная, дипольная)
- 4) Особенности тепловой поляризации (электронная, ионная, дипольная)
- 5) Диэлектрическая проницаемость, виды, зависимость от частоты. Связь диэлектрической проницаемости с поляризуемостью.
- 6). Особенности поляризации нецентросимметричных диэлектриков. Физическая природа свойств сегнето-, пьезо- и пьезоэлектриков, электретов, активных элементов оптических устройств. Физический механизм поляризации сегнетоэлектриков.
- 7) Диэлектрические потери, электрическая прочность. Диэлектрический пробой.

3. Раздел 6 Оптические свойства материалов:

- 1) Виды взаимодействия света с твердым телом. Оптические свойства материалов их зависимость от внутренних и внешних параметров. Диаграмма Аббе.
- 2) Показатель преломления. Отрицательный показатель преломления и новые возможности в создании материалов.
- 3) Оптические свойства светотражающих светорассеивающих и световозвращающих материалов.
- 4) Способы изменения оптических показателей в соответствии с эксплуатационными требованиями. Оптические свойства прозрачных материалов с непрерывно изменяющимся составом и оптическими свойствами.
- 5) Поглощение света кристаллами (собственное, экситонное, свободными носителями, примесное, фононное).
- 6) Рекомбинационное излучение в полупроводниках (межзонное, экситонное, через локализованные центры).
- 7) Оптические свойства электро-, магнито-, акусто- и пьезооптических материалов. Поляризаторы и их оптические свойства.

4. Раздел 7 Термоэлектрические явления в металлах и полупроводниках:

- 1) Явление Пельтье, удельная термо-ЭДС и коэффициент Пельтье. Причины, обуславливающие использование явление Пельтье.
- 2) Явление Томпсона, 1-е и 2-е соотношения.
- 3) Явление Зеебека, причины, обуславливающие его, использование.
- 4) Эмиссионные явления в металлах. Практическое использование
- 5) Термоэлектрические свойства сплавов. Применение метода измерения термо-ЭДС в металловедении

5. Раздел 8 Радиационные свойства материалов

- 1) Физическая природа явления радиоактивности, характеристики и виды радиоактивности. Основные понятия.
- 2) Радиационные свойства материалов, излучающих и поглощающих, физика процессов.
- 3) Влияние излучения на материал, радиационные дефекты (появление, развитие, влияние на структуру и свойства материалов, способы устранения). Параметры, характеризующие степень радиационного воздействия на материал. Новые направления получения конструкционных
- 4) Радиационная стойкость материалов. Основные конструкционные радиационностойкие материалы.

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

Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Описать основные эксперименты, ставшие основой для создания классической электронной теории. Кто ее автор.
2. Основные гипотезы и положения классической электронной теории металлов. Что такое электронный газ, свободный пробег электронов, добавочная скорость электрона.
3. Описать процесс возникновения электрического тока и электрического сопротивления в металлах с точки зрения классической электронной теории металлов. Объяснение закона Ома.
4. Описать эффект Холла и объяснить его с точки зрения классической электронной теории металлов.
5. Описать эксперимент Джоуля- Ленца. Дать его объяснение с точки зрения классической электронной теории металлов.
6. Экспериментальный закон Видемана- Франца. Его объяснение с точки зрения классической электронной теории металлов.
7. С помощью теории Лоренца получить удельную электропроводность металла через атомарные постоянные.
8. Пределы применимости классической электронной теории металлов (что она может описать, а что – нет). Перечислить проблемы, которые не может объяснить теория Лоренца. Описать основные эксперименты, давшие толчок к возникновению квантовой теории.
9. Теория Резерфорда, причины ее несостоятельности. Постулаты теории строения атома Бора. Из каких положений классической теории они следуют.
10. Основные положения квантовой механики, их смысл. Принцип неопределенностей Гейзенберга, что он отражает, как с ним связано понятие электронной орбиты в атоме, введенной Бором.
11. Гипотезы корпускулярно- волновой природы света (электромагнитной волны). Квант энергии, постоянная Планка, фотон. Основные формулы. Когда проявляются корпускулярные свойства фотона.
12. Гипотеза корпускулярно- волновой природы вещества. Когда проявляется волновая природа вещества.
13. Как квантовая механика описывает состояние и движение микрочастиц. Что такое волновая функция частицы, ее физический смысл, основное уравнение квантовой механики. Общий вид уравнения Шредингера. Собственные функции и собственные значения. Энергетический спектр частицы. При каких условиях их можно получить.
14. Гармонический осциллятор. Записать для него стационарное уравнение Шредингера и собственные значения. Нулевая энергия осциллятора. Какому состоянию отвечает, можно ли ее уменьшить и до какого значения.
15. Строение атомных спектров на примере атома водорода. Особенность атомных энергетических спектров.
16. Виды электронных орбит в зависимости от орбитального квантового числа (l). Что может привести к мультиплетной структуре энергетических уровней водородоподобных атомов.
17. Принцип Паули. Какие частицы ему подчиняются. Их функция распределения.
18. Электронные оболочки и подоболочки атома. Их классификация и символы, максимально возможное число электронных состояний. Дать определения: серия, граница серии, энергия связи, потенциал ионизации, нормальное состояние частицы, терм, вырожденное и возбужденное состояния частицы.
19. Порядок заполнения электронных оболочек в атомах. Что такое валентные электроны. Особенности атомов с заполненной s - подоболочкой, а также с заполненными p -, d -, f - подоболочками.

20. Квантовые переходы (что такое, чем характеризуются). Вероятность квантового перехода. Условие, при котором возможен переход. Вероятность найти частицу в определенном состоянии в определенное время.
21. Что описывают коэффициенты Эйнштейна. Какова связь между ними. Что определяет коэффициент A_{nm} . Описать процесс квантового перехода из стационарного состояния в возбужденное и обратно. Условие детального равновесия.
22. Метастабильное состояние. Как оно связано с правилом отбора. Запрещенный переход, является ли он абсолютным, почему. В чем суть существования правил отбора. От чего зависит интенсивность разрешенных линий.
23. Образование связей в молекуле. Волновая функция молекулы. Уравнение Шредингера и энергетические уровни. Матричный элемент перекрытия, перекрестный матричный элемент.
24. Образование связей в двух- атомной гомоядерной молекуле. Механизм расщепления уровней, волновые функции, графическое изображение. Отличие атомного спектра от молекулярного. Классификация энергетического спектра молекулы.
25. Образование связей в двух- атомной гетероядерной молекуле. Графическое представление расщепления уровней и волновых функций.
26. В чем разница в образовании связей в двух- атомных молекулах (гетероядерной и гомоядерной). Как можно оценить ионность и ковалентность связи.
27. Приближения зонной теории твердых тел. Движение свободного электрона в металле (собственные функции и значения). Уравнение Шредингера для электрона в периодическом поле кристалла. Функции Блоха.
28. Описать образование энергетических зон в кристаллическом твердом теле. Ширина разрешенных зон. Что такое зона Бриллюэна. Энергетическая щель. Что приводит к образованию энергетической щели.
29. Энергия и температура Ферми. Функция распределения Ферми –Дирака. Химический потенциал и энергия Ферми в случае $T=0K$ и $T \neq 0K$. Плотность состояний электронов. Объяснить причину малого вклада электронного газа в теплоемкость металлов. Что определяется формой поверхности Ферми, характером движения электронов.
30. Описать строение металлов, полупроводников и диэлектриков с точки зрения зонной теории. Свободные, заполненные, валентные зоны.
31. Тепловые свойства твердых тел. Основные определения. Тепловое расширение твердых тел. Определения, физика процесса теплового расширения, что является причиной расширения тел с ростом температуры.
32. Теплоемкость. Основные определения. Закон Дюлонга- Пти, когда он работает, где может быть использован. Теплоемкость с точки зрения квантовой теории. Что такое фонон. Функция распределения фонона и его энергия. Связь энергии фонона с полной внутренней энергией решетки. Связь энергии решетки с теплоемкостью.
33. Теория Эйнштейна о теплоемкости твердого тела, основные предпосылки теории. Температура Эйнштейна. Пределы использования теории.
34. Теория Дебая о теплоемкости. Основные предпосылки и пределы использования теории. Температура Дебая.
35. Электронная теплоемкость. Теория Зоммерфельда. Ее предпосылки и основные результаты (зависимость электронной теплоемкости от температуры).
36. Полная теплоемкость металлов. Как можно разделить решеточную и электронную часть теплоемкости.
37. Теплопроводность твердых тел. Основные определения. Что отвечает за перенос тепла в металлах. Решеточная и электронная теплопроводности.

38. Как осуществляется перенос тепла в металлах. Есть ли при этом перенос электронов. Зависимость электронной и решеточной теплопроводности от температуры. Какие эффекты дают вклад в каждую из них. Полная теплопроводность металлов.
39. Закон Видемана-Франца –Лоренца. Число Лоренца. Зависимость числа Лоренца и теплопроводности от температуры для чистого металла и металла с примесью. Зависимость числа Лоренца от температуры при $T \ll QD$.
40. Влияние примесей и дефектов решетки на температурную зависимость теплопроводности реальных металлов, сплавов. Вклад решеточной теплопроводности в теплопроводность при температуре, стремящейся к температуре плавления.
41. Расчет температуры Дебая. От чего она зависит. Формула Линдемана, при каких условиях она работает.
42. Теплоемкость реальных металлов. Эффекты, дающие дополнительные вклады в общую теплоемкость. Связь общей теплоемкости с теплоемкостью Дебая. Коэффициент электронной теплоемкости металлов.
43. Теплоемкость и энтальпия. Энтропия. Что можно определить, зная зависимость энтальпии от температуры.
44. Электронная проводимость и электрическое сопротивление металлов с точки зрения теории Лоренца, моделей Эйнштейна и Дебая. Закон T^5 Блоха – Грюнайзена.
45. Закон Видемана –Франца и формула Друде. Связь электропроводности и площади Ферми, какое объяснение электропроводности вытекает отсюда.
46. Сверхпроводимость металлов. Критическая температура.
47. Зависимость электрического сопротивления от температуры идеального металла, металла с примесями и сверхпроводника.
48. Свойства сверхпроводников. Изотопический эффект. Эффект Мейсснера-Оксенфельда.
49. Идеальный диамагнетизм. Критическое магнитное поле. Зависимость критического магнитного поля от температуры.
50. Сверхпроводники первого и второго рода. Их свойства.
51. Поглощение электромагнитного излучения и энергетическая щель.
52. Стационарный и нестационарный эффекты Джозефсонов.
53. Высокотемпературная сверхпроводимость. Особенности высокотемпературных сверхпроводников.
54. Теории сверхпроводимости Лондонов и Гинзбурга – Ландау.
55. Притяжение между электронами. Куперовские пары.
56. Основы теории сверхпроводимости Бардина-Купера-Шриффера.
57. Зависимость теплопроводности от химического и фазового состава сплава. Зависимость решеточной теплопроводности от дефектов кристаллического строения. Выявление микроскопических механизмов ранних стадий старения. Зависимость теплопроводности от старения, чем она объясняется.
58. Что обуславливает рост теплопроводности карбидов с ростом температуры. Что является основной компонентой теплопроводности во многих соединениях металлов. Теплопроводность гетерогенных смесей в бинарных системах. Зависимость от объемной концентрации компонентов.
59. Теплопроводность композитных материалов.
60. Теплоемкость сплавов и соединений.
61. Правило аддитивности Неймана-Конна. Когда выполняется, а когда нет. Эмпирические уравнения Крестовникова и Вендриха для расчета теплоемкости. Формула Нернста-Линдемана.
62. Изменение теплоемкости при фазовых и структурных превращениях.
63. Влияние фазовых особенностей и отличий фазовых превращений первого и второго рода на основные термодинамические функции и их температурную зависимость.

64. Влияние давления, упругого растяжения и кручения, а также степени сдвиговой деформации на электрическое сопротивление металлов.
65. Влияние наклепа и отжига на электрическое сопротивление металлов. Влияние дефектов и кривые возврата электрического сопротивления.
66. Учет анизотропии электрических свойств металлов с гексагональной решеткой.
67. Электрическое сопротивление твердых растворов и его зависимость от температуры. Правило Матиссена-Флеминга. В каких случаях оно не выполняется и как корректируется.
68. Что такое аномалия Кондо и где она наблюдается. Зависимость добавочного сопротивления от разницы величин валентностей растворителя и растворенного вещества в твердом растворе.
69. Остаточное электрическое сопротивление упорядоченных твердых растворов. Влияние внешнего магнитного поля, наклепа и отжига на электрическое сопротивление твердых растворов.
70. Применение электрического анализа в материаловедении (контроль чистоты металлов, методы анализа чистоты металлов по остаточному сопротивлению).

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИФХТиМ
_____/ Мацулевич Ж.В.
« ____ » _____ 20__ г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины
Б1.Б.23 «Физические свойства материалов»
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров

Направление: 22.03.01 Материаловедение и технология материалов
Направленность: Материаловедение, технологии наноматериалов и композитов
Год начала подготовки: 2021
Курс-2, 4 семестр

- а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2021 г. начала подготовки.
- б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):
- 1)
 - 2)
 - 3)

Разработчик (и): Бетина.Т.А., к.ф.-м.н.
(ФИО, ученая степень, ученое звание) « __ » _____ 2022_г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры МТМиТОМ
_____ протокол № _____ от «__» _____ 2022_г.

Заведующий кафедрой

А.А. Хлыбов

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой МТМиТОМ _____ «__» _____ 2022_г.

Методический отдел УМУ: _____ «__» _____ 2022_г.