

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ МЕТАЛЛОВ имени М.Н. Михеева
Уральского отделения Российской академии наук

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
академик РАН

_____ Н.В. Мушников

« _____ » _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине «Физические основы материаловедения»
по специальности 01.04.07 «Физика конденсированного состояния»

Всего учебных часов/ з.е.	– 252/7.0
Всего аудиторных занятий, час.	– 120
Всего часов на самостоятельную работу аспиранта, час.	– 132

Екатеринбург 2019

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (далее – ФГОС ВО) по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 Физика и астрономия (Приказ Минобрнауки России от 30 июля 2014 года №867), с изменениями, утвержденными Приказом Минобрнауки России от 30.04.2015 г. №464 «О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»; программы-минимум кандидатского экзамена по специальности 01.04.07 «Физика конденсированного состояния», утвержденной _____; паспорта специальности научных работников специальности 01.04.07 «Физика конденсированного состояния»; учебного плана аспирантуры ИФМ.

Составители рабочей программы

Профессор, д.ф.-м.н. _____ Скрыбин Ю.Н.

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета ИФМ №9 _от 29.05.2019 г.

Председатель ученого совета ИФМ

«__» _____ 2019г.

(подпись)

Устинов В.В.

Согласовано:

(подпись)

(_____)

«__» _____ 2019 г.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В курсе «Физические основы материаловедения» изучаются вопросы, рассматривающие те задачи, которые стоят перед научными работниками в настоящее время. Круг рассматриваемых тем выходит далеко за рамки конкретной тематики аспиранта, заставляет его шире взглянуть на интересы всего мирового научного сообщества, заставляет аспиранта знакомится с последними публикациями в научной периодике.

Рабочая программа составлена на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (далее – ФГОС ВО) по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 Физика и астрономия (Приказ Минобрнауки России от 30 июля 2014 года №867), с изменениями, утвержденными Приказом Минобрнауки России от 30.04.2015 г. №464 «О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»;
- программы-минимум кандидатского экзамена по специальности 01.04.07 «Физика конденсированного состояния», утвержденной _____;
- паспорта специальности научных работников специальности 01.04.07 «Физика конденсированного состояния»;
- учебного плана ИФМ по основной образовательной программе послевузовского профессионального образования (аспирантура) по специальности 01.04.07 «Физика конденсированного состояния»

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Распределение часов учебных занятий.

Вид занятий	Количество часов
Лекции	120
Самостоятельная работа	132
ИТОГО	252

2.2 Содержание дисциплины

2.2.1. Наименование тем, их содержание, объем в часах лекционных занятий

1 Основные понятия физики конденсированного состояния

1.1 Твердое тело как сплошная среда.

Тензор деформации. Тензор напряжений. Термодинамика деформирования. Закон Гука. Однородная деформация. Упругие волны в изотропной сред.

1.2 Структуры кристаллов и их описание.

Элементы симметрии. Точечные группы. Группы трансляций. Решетки Браве. Кристаллические системы (сингонии). Элементарная ячейка кристалла. Обратная решетка. Симметрия макроскопических тензорных свойств кристаллов.

1.3 Колебания решетки.

Уравнения движения для кристаллической решетки. Граничные условия. Нормальные координаты. Свойства собственных частот колебаний решетки. Акустические и оптические ветви. Функция распределения частот. Удельная теплоемкость решетки. Фононы. Ангармонизм колебаний решетки. Тепловое расширение. Поглощение звука в кристаллах.

Внутреннее трение. Теория рассеяния излучений в кристалле. Дифракция на идеальной решетке. Фактор Дебая-Валлера.

1.4 Электронная теория металлов.

Квантовая теория свободных электронов. Уровень Ферми. Плотность состояний. Статистика электронного газа. Фермиевская функция распределения. Электронная теплоемкость. Термоэмиссия. Зонная теория твердых тел. Блоховские функции. Зоны Бриллюэна. Энергетический спектр. Зонный критерий металла, диэлектрика, полупроводника. Типы твердых тел и их свойства. Брэгговское отражение электронов в кристалле. Бриллюэновская схема построения зон. Зоны для ГЦК, ОЦК и ГПУ-кристаллов. Применение зонной теории к фазовым диаграммам бинарных сплавов.

1.5 Электрические и магнитные свойства.

Электро- и теплосопротивление металлов и сплавов. Механизмы рассеяния электронов. Диэлектрические свойства. Электронный парамагнитный и ядерный магнитный резонанс. Сверхпроводимость. Парамагнетизм и диамагнетизм. Ферромагнетизм и антиферромагнетизм.

1.6 Твердые растворы.

Термодинамика твердых растворов. Фазовые превращения и фазовые диаграммы. Упорядоченные растворы. Степень дальнего порядка. Статистическая теория упорядочения. Механизм диффузии. Основные уравнения диффузии. Корреляционные эффекты. Диффузия в упорядоченных сплавах.

1.7 Дефекты в кристаллах.

Вакансии, примеси, дислокации, плоские дефекты. Дислокации в теории упругости. Движение дислокаций. Скольжение, переползание. Взаимодействие дислокаций. Дислокационные реакции, барьеры, скопления. Дислокации в различных структурах. Расщепление дислокаций. Дефекты упаковки. Сверхдислокации. Взаимодействие дислокаций с другими дефектами. Теория пластической деформации.

2 Основы металловедения и термической обработки.

2.1 Полиморфизм железа, влияние на него легирующих элементов. Диаграммы состояния железо-цементит и железо-углерод.

2.2 Стали и чугуны.

2.3 Диаграммы состояния в двухкомпонентных системах, фазовый состав и структурное состояние.

2.4 Основные операции термической обработки, их назначение и физический смысл. Отжиг, виды отжига. Гомогенизация. Нормализация. Закалка. Отпуск.

2.5 Превращения переохлажденного аустенита. Изотермические и термокинетические диаграммы.

2.6 Понятие о прокаливаемости и закаливаемости. Внутренние и остаточные напряжения и их устранение при отжиге.

2.7 Отпускная хрупкость.

2.8 Внутренняя адсорбция примесей по В.И. Архарову.

2.9 Перегрев стали, его проявление и исправление.

2.10 Структурная наследственность при термической обработке стали.

2.11 Методы упрочнения стали: наклеп, закалка, старение.

- 2.12 Новые методы упрочнения: термомеханическая обработка (ВТМО, НТМО, ПТМО), механико-термическая обработка, фазовый наклеп.
- 2.13 Основные способы деформационной обработки стали (ИПД, прокатка, волочение, экструзия), деформированная структура металла.
- 2.14 Мартенситно-стареющие стали. Трип-эффект (пластичность, связанная с развитием мартенситного превращения под действием деформации).
- 2.15 Стали бейнитного класса.
- 2.16 Стали аустенитного класса.
- 2.17 Стали перлитного класса.
- 3 Основы металлографии.
 - 3.1 История развития металлографического метода. Работы П.П. Аносова, Д.К. Чернова, Г. Сорби, Ф. Осмонда.
 - 3.2 Методы изучения строения металлов и сплавов. Макроструктурный анализ, фрактография, понятие о зерне, границы зерен, их форма и величина.
 - 3.3 Оптический микроскоп, его основные узлы, разрешающая способность.
 - 3.4 Высокотемпературная металлография.
 - 3.5 Количественная металлография. Статистическая обработка результатов измерения.
- 4 Дифракционные методы изучения структуры.
 - 4.1 Взаимодействие электронов с веществом (поглощенные, упруго-рассеянные (ПЭМ), обратно-рассеянные (СЭМ), вторичные (СЭМ), рентгеновские лучи (ЭМА), электроны, потерявшие часть энергии (СПЭ), волны де Бройля, факторы интенсивности).
 - 4.2 Понятие об обратной решетке и дифракционная картина.
 - 4.3 ПЭМ. Основные узлы микроскопа, разрешающая способность, принципы формирования изображения, дифракционная картина.
 - 4.4 Сканирующая электронная микроскопия (МАР, РЭМ, Оже-спектроскопия, ДОО, рентгеноструктурный, рентгеноспектральный анализ, топографические методы).
 - 4.5 Микроскопия высокого разрешения.
 - 4.6 Методы определения симметрии, параметров решетки, фазового состава, определение ориентировки и текстуры.
 - 4.7 Особенности рассеяния рентгеновских лучей на кристаллах с дефектами, модулированных периодических структурах, упорядоченных сплавах.
 - 4.8 Микронзондовый анализ. Дифракция электронов на кристаллах.
 - 4.9 Дифракционная электронная микроскопия.
 - 4.10 Структурная и магнитная нейтронография.
 - 4.11 Электронный и ионный проекторы.
- 5 Физические методы исследования.
 - 5.1 Тепловые свойства. Теплоемкость твердых тел. Термический анализ.

- 5.2 Магнитные свойства. Доменная структура. Намагниченность. Коэрцитивная сила. Магнитометры. Магнитный структурный анализ.
- 5.3 Электрические свойства. Метод электросопротивления в металловедении. Термоэлектрические свойства. Метод термоэлектродвижущей силы в металловедении.
- 5.4 Дилатометрия и определение плотности.
- 5.5 Метод ЯГР (эффект Мессбауэра). Основы метода. Особенности спектров ЯГР, ЯГР-спектрометры. Применение метода ЯГР.
- 5.6 Внутренне трение. Понятие о релаксационном спектре. Температурная и частотная зависимость внутреннего трения. Основные методы измерения. Амплитудно-зависимое внутренне трение. Возможности использования внутреннего трения в металловедении.

2.2.2. Практические занятия, их наименование, содержание, объем в часах
Практические занятия не предусмотрены учебным планом

2.2.3. Самостоятельная работа аспирантов

Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень заданий для самостоятельной работы (рефераты, доклады, переводы, расчеты, планирование эксперимента и т.п.)	Трудоемкость	
		Час.	
Раздел 1.	Анализ периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины Подготовка доклада.	22	
Раздел 2.	Анализ периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины Подготовка доклада, написание конспекта	22	
Раздел 3.	Анализ периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины Подготовка доклада, написание конспекта	22	
Раздел 4.	Анализ периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины Подготовка доклада, написание конспекта	22	
Раздел 5.	Анализ периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины	22	

	Подготовка доклада, написание конспекта	
Раздел 6.	Анализ периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины Подготовка доклада, написание конспекта	22
ИТОГО		132

2.3 Учебно-методические материалы по дисциплине

2.3.1. Основная и дополнительная литература

Основная литература

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Теория упругости, 1965.
2. А.И. Китайгородский. Рентгеноструктурный анализ, 1950, гл I.
3. Г.Б. Бокий. Кристаллохимия. 1960.
4. Г. Шульце. Металлофизика, 1971.
5. Ч. Киттель. Введение в физику твердого тела, 1962.
6. Ч. Уэрт, Р. Томсон. Физика твердого тела, 1969.
7. А.А. Смирнов, М.А. Кривоглаз. Теория упорядочивающихся сплавов, 1959.
8. Ж. Фридель. Дислокации, 1966.
9. А.И. Китайгородский. Рентгеноструктурный анализ, 1950.
10. Г. Лейбфрид. Микроскопическая теория мех. и тепловых свойств кристаллов, 1963.

Дополнительная литература

1.

2.3.2. Примерный перечень вопросов и заданий к зачету (аттестация) и/или тем рефератов и докладов

1. Субмикрокристаллические и нанокристаллические металлы и сплавы (несколько докладов).
2. Магнитные свойства аморфных и нанокристаллических сплавов.
3. Неравновесные структуры магнетиков, методы их получения, свойства.
4. Магнитные жидкости.
5. Многообразие видов магнитного упорядочения в твердых телах.
6. Гигантское магнитосопротивление.
7. Различные виды направленного упорядочения и магнитные свойства сплавов.
8. Высококоэрцитивные материалы на основе соединений РЗМ с Со и Fe.
9. Резонансные эффекты в ферромагнетиках.
10. Новые явления в низкочастотной динамике коллектива магнитных доменов.

Дополнения и изменения в рабочей программе
за _____ / _____ учебный год
в рабочую программу «Физические основы материаловедения» для специальности 01.04.07
«Физика конденсированного состояния»:

Дополнения и изменения внес _____
(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании ученого совета ИФМ № ____
«____» _____ 20__ г.

Председатель ученого совета ИФМ
«____» _____ 2012 г.

(подпись)

Устинов В.В.