

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Саровский физико-технический институт -
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Теоретической и экспериментальной механики»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФТФ, член корр. РАН, д.ф.-м.н.

_____ **А.К. Чернышев**

« ____ » _____ **2023 г.**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материаловедение

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	15.03.03 Прикладная механика
Наименование образовательной программы	Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Программа одобрена на заседании кафедры

Зав. кафедрой ТиЭМ,

д.т.н., доцент

протокол № _____ от _____ 2023 г.

_____ **А.Л. Михайлов**

« ____ » _____ **2023 г.**

г. Саров, 2023 г.

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ТиЭМ, д.т.н., доцент

А.Л. Михайлов

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ТиЭМ, д.т.н., доцент

А.Л. Михайлов

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ТиЭМ, д.т.н., доцент

А.Л. Михайлов

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ТиЭМ, д.т.н., доцент

А.Л. Михайлов

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/КП	Форма(ы) контроля, экс./зач./ЗсО/	Интерактивные часы
2	32	5	180	32	16	16	80	-	Э	8
ИТОГО	32	5	180	32	16	16	80	-	36	8

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Материаловедение» обеспечивает не только нормативно-методическую базу освоения обучающимися универсальных и общепрофессиональных компетенций в соответствии с требованиями ОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 «Прикладная механика», с квалификацией выпускника бакалавр, но и высокую профессиональную конкурентоспособность выпускников и их востребованность для решения актуальных задач у потребностей регионального и Всероссийского рынка труда, с учетом перспектив его развития.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является изучение строения конструкционных материалов, а также его влияния на механические, технологические и эксплуатационные свойства для дальнейшего применения этих знаний в профессиональной деятельности.

С учетом специфики работ РФЯЦ-ВНИИЭФ студенты должны знать основные свойства урана, плутония, особенности их использования.

По завершению освоения данной дисциплины студент способен и готов:

- ✓ способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;
- ✓ готовностью к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции;
- ✓ способностью и готовностью к практическому анализу логики различного рода рассуждений, к публичным выступлениям, аргументации, ведению дискуссии и полемики;
- ✓ способностью и готовностью анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.

Задачами дисциплины являются:

- ✓ познакомить с особенностями строения кристаллического строения металлов и сплавов;
- ✓ дать информацию об основных методах определения характеристик механических свойств;
- ✓ научить проводить анализ фазовых превращений, происходящих в конструкционных материалах и их влияния на механические, технологические и эксплуатационные свойства.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Индекс дисциплины: Б1.О.14

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 15.03.03 «Прикладная механика» профиль «Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры».

Преподавание курса базируется на знании дисциплин, читаемых студентам физико-технических специальностей: «Математика», «Физика», «Химия».

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении курсовых работ и выпускной работы с целью обоснования выбора материалов несущих конструкций, узлов и деталей промышленного оборудования.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Ожидается, что в результате освоения дисциплины студент приобретет следующие компетенции:

Универсальные компетенции (УК)

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач

Общепрофессиональные компетенции (ОПК)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
<p>ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.</p>	<p>З-ОПК-1 Знать физические основы механики, физику колебаний и волн, молекулярную физику и термодинамику, электричество и магнетизм, оптику, атомную и ядерную физику, методы математического анализа</p> <p>У-ОПК-1 Уметь на практике применять знание физических законов к решению учебных, научных и научно-технических задач; находить аналогии между различными явлениями природы и техническими процессами</p> <p>В-ОПК-1 Владеть методами проведения физического эксперимента математической обработки полученных результатов, их анализировать и обобщать их; составлять отчет о своей работе с анализом результатов</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет _____ кредитов, **180** часов.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел *
			Лекции 34 час	Практ. занятия/ семинары 16 час	Лаб. работы 18 час			
1 семестр								
1	Вводная лекция. Металлическое состояние. Анизотропия кристаллов. Кристаллографическое индицирование		2	4		контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос	
2	Понятие о сингонии. Решетки Бравэ. Плотнейшие упаковки		2	4		контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос	
3	Дефекты решетки. Вакансии. Дислокации. Двумерные дефекты. Границы зерен		2			контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос	
4	Строение сплавов. Кристаллизация. Полиморфные превращения		2			контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос	
5	Правило фаз. Диаграммы фазового равновесия		2	4	4	контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос	
6	Деформация металлов. Механизмы деформации		2			контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос	
7	Разрушение металлов. Пути повышения прочности		2	2		контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос	

8	Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла		2			контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос	
9	Механические свойства		2		4	контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос	
10	Диаграмма равновесия железо-углерод		2			контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос	
11	Чугун		2			контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос	
12	Термическая обработка. Термическая обработка стали		2		4	контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос	
13	Химико-термическая обработка. Диффузия		2			контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос	
14	Легированные стали		2			контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос	
15	Цветные металлы и сплавы. Уран и плутоний		2			контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос	
16	Основные понятия и методы структурной рентгенографии		2		4	контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос	
17	Оптические, электронно-оптические, зондовые методы исследования структуры		2	2	2	контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос	
...	Экзамен							0 - 50
	СРС – 76 час							100

4. 1. Содержание дисциплины

Пространственная решётка. Трансляции. Элементарная ячейка. Кристаллографические индексы направлений и плоскостей в решётке. Сингонии кристаллов. Решётки Браве. Условия выбора ячеек Браве. Плотнейшие упаковки. Коэффициент компактности. Понятие координационного числа кристаллической структуры. Точечные дефекты решетки. Дислокации. Вектор Бюргерса. Дефекты упаковки. Границы зёрен в поликристаллах. Гранецентрированная кубическая решётка. Объёмноцентрированная кубическая решетка.

Типы сплавов. Виды твёрдых растворов. Кристаллизация из расплава. Критический радиус зародыша. Понятие о полиморфном превращении. Правило фаз. Правило отрезков. Эвтектические, перитектические, эвтектоидные и перитектоидные превращения. Диаграммы состояния сплавов, компоненты которых нерастворимы в твёрдом состоянии. Диаграммы состояния сплавов с неограниченной растворимостью компонентов. Диаграммы состояния сплавов с ограниченной растворимостью компонентов. Диаграммы состояния сплавов, компоненты которых образуют химические соединения. Диаграммы состояния сплавов, компоненты которых испытывают полиморфные превращения. Экспериментальное построение диаграмм состояния.

Теоретическая прочность. Системы скольжения. Источник Франка – Рида. Стадии пластической деформации монокристалла. Закон Шмида. Двойникование. Разрушение металлов. Основные механизмы упрочнения. Пути повышения прочности металлов. Возврат и полигонизация. Рекристаллизация. Виды термообработки. Особенности превращений в неравновесных условиях. Диффузия. Уравнения диффузии. Роль границ зёрен в диффузии. Связь диффузии с диаграммой состояния. Виды и значение термохимической обработки.

Механические свойства металлов. Статические испытания. Твёрдость металлов. Способы измерения твёрдости. Микротвёрдость. Динамические испытания. Ударная вязкость. Спектры рентгеновского излучения. Поглощение рентгеновского излучения. Дифракция рентгеновских лучей. Интенсивность рентгеновских отражений. Погасания. Множитель повторяемости. Прецизионное измерение периодов кристаллической решётки. Текстура. Виды текстур. Рентгенографическое исследование текстур. Рентгеноструктурный фазовый анализ поликристаллов. Оптическая металлография. Измерение размера зерна. Методы подготовки металлографических шлифов.

Диаграмма состояния железо-углерод. Основные фазы и структуры составляющие диаграммы железо-углерод. Структурные классы легированных сталей. Чугун. Диаграммы образования и распада аустенита. Мартенситные превращения. Деформация Бейна. Превращения при отпуске сталей. Закалка сталей. Выбор температуры при закалке.

Закалочные среды. Прокаливаемость. Легированные стали. Классификация сталей по структуре, составу, назначению. Маркировка легированных сталей. Быстрорежущие стали. Жаростойкие и жаропрочные стали и сплавы. Алюминий и его сплавы. Принципы упрочнения дюралюминия. Медь и сплавы на её основе. Титан и его сплавы. Уран и плутоний.

4.2. Тематический план

1 Тема. Вводная лекция. Металлическое состояние. Анизотропия кристаллов. Пространственная решетка. Кристаллографическое индицирование.

2 Тема. Основы кристаллографии. Элементы симметрии кристаллических многогранников. Понятие о сингонии. Категории симметрии. Решетки Бравэ. Координационное число. Плотнейшие упаковки.

3 Тема. Дефекты решетки. Вакансии. Межузельные атомы. Межатомные взаимодействия и прочность. Теоретическая прочность. Дислокации. Неизбежная плотность дислокаций. Двумерные дефекты. Дефекты упаковки. Частичные дислокации. Расщепление дислокаций. Границы зерен

4 Тема. Строение сплавов. Твердые растворы. Кристаллизация. Формирование структуры при кристаллизации. Величина зерна. Строение слитка. Полиморфные превращения.

5 Тема. Правило фаз. Вывод правила фаз. Диаграммы фазового равновесия. Правило отрезков. Типы диаграмм двойных систем (компоненты нерастворимы в твердом состоянии, с неограниченной растворимостью, с ограниченной растворимостью, с химическими соединениями, с полиморфными превращениями). Экспериментальное построение диаграмм.

6 Тема. Деформация металлов. Упругая и пластическая деформация. Механизмы пластической деформации. Скольжение. Источник Франка-Рида. Деформация монокристалла. Закон Шмида. Двойникование. Деформация поликристаллов. Деформационное упрочнение.

7 Тема. Разрушение металлов. Хрупкое и вязкое разрушение. Пути повышения прочности металлов. Основные механизмы упрочнения. Закон Холла-Петча.

8 Тема. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла. Возврат. Рекристаллизация. Движущие силы рекристаллизации. Собирающая рекристаллизация.

9 Тема. Механические свойства. Статические испытания. Твердость материалов. Микротвердость. Динамические испытания. Испытания при циклических нагрузках.

10 Тема. Диаграмма равновесия железо-углерод. Основные фазы и превращения. Структуры фаз. Введение в металлургию железа. Углеродистая сталь. Влияние примесей на свойства стали. Легирующие элементы. Структурные классы легированных сталей.

11 Тема. Чугун. Графитизация. Формы графита и структура чугуна. Свойства чугуна. Влияние примесей. Марки чугуна.

12 Тема. Термическая обработка. Виды термической обработки. Использование диаграмм состояния. Термическая обработка стали. Основные превращения в стали. Превращения в неравновесных условиях. Образование и распад аустенита. Мартенсит. Бейнит. Процессы при отпуске. Закалочные среды. Прокаливаемость.

13. Тема. Химико-термическая обработка. Диффузия. Уравнение диффузии. Экспериментальное определение коэффициентов диффузии. Роль границ зерен. Цементация. Азотирование.

14 Тема. Легированные стали. Влияние примесей на полиморфизм железа. Классификации легированных сталей: по равновесной структуре, по неравновесной структуре, по составу. Маркировка. Конструкционные стали. Высокопрочные стали. Строительные стали. Шарикоподшипниковые стали. Инструментальные стали. Быстрорежущие стали. Жаростойкие и жаропрочные стали.

15 Тема. Цветные металлы и сплавы. Титан и сплавы. Алюминий. Термическая обработка сплавов Al-Cu. Медь. Латунь. Бронза. Уран. Плутоний.

16 Тема. Физические основы рентгеноструктурного анализа. Спектры рентгеновских лучей. Характеристическое излучение. Поглощение рентгеновских лучей. Источники рентгеновских лучей. Детекторы. Дифракция.

17 Тема. Основные понятия и методы структурной рентгенографии. Интенсивность интерференционных максимумов. Погасания. Фотометод. Дифрактометрия. Измерение периодов решетки. Текстура. Полусные фигуры. Анализ дефектов по уширению линий. Построение диаграмм фазового равновесия.

18 Тема. Оптические, электронно-оптические, зондовые методы исследования структуры. Основы микроскопии. Оптический микроскоп. Взаимодействие электрона с веществом. Просвечивающая электронная микроскопия. Электронограммы. Растровая (сканирующая) электронная микроскопия. Рентгеновский микроанализ. Сканирующие зондовые микроскопы. Нейтронография.

Программа практических занятий.

Тема 1. Кристаллографическое индцирование. Система кристаллографических индексов. Индексы узлов, направлений, плоскостей.

Тема 2. Кристаллические структуры. Вычисление плотности веществ по кристаллографическим данным.

Тема 3. Диаграммы равновесия двойных сплавов. Использование правила отрезков для определения фазового состава сплавов и концентрации фаз. Кривые охлаждения сплавов.

Тема 4. Методы приготовления металлографических шлифов. Знакомство с методами и оборудованием для резки, запрессовки, шлифовки, полировки и травления шлифов.

Тема 5. Проверка справедливости закона Холла-Петча. Анализ зависимости измеренной микротвердости от размера зерна в образцах меди. Вывод аналитической зависимости.

Самостоятельная работа студентов (домашнее задание).

Индивидуальные занятия.

Форма организации индивидуальных занятий: самостоятельное изучение отдельных проблемных вопросов курса и выполнение домашнего индивидуального задания под контролем преподавателя.

Содержание индивидуальных занятий:

Домашние задания даются по темам лабораторных и практических работ. Получив первичные экспериментальные данные в лаборатории (аудитории) студенты дома проводят обработку и анализ результатов. Оформленная домашняя работа должна содержать:

- Титульный лист
- Цели работы
- Теоретическую основу методики
- Описание методики и практических действий по ее реализации
- Полученные данные в табличном и графическом виде
- Выводы

Программа лабораторных занятий.

Тема 1. **Построение диаграммы равновесия системы Sn-Pb с помощью анализа кривых охлаждения сплавов разной концентрации.** Оборудование и материалы: Образцы сплавов с разной концентрацией (5 шт), тигли, печь, термопара, мультиметр, секундомер.

Тема 2. **Определение средней величины зерна поликристаллических металлов методом секущих.** Оборудование и материалы: фотографии микроструктуры металлов, линейка, калькулятор.

Тема 3. **Измерение микротвердости металлов.** Оборудование и материалы: образцы шлифов металлов, микротвердомер IndentaMet.

Тема 4. **Определение зависимости твердости углеродистой стали от температуры нагрева под закалку.** Оборудование и материалы: Образцы стали 40, печь СНОЛ, твердомер Роквелла, закалочная ванна.

Тема 5. **Определение поликристаллического металла по его рентгенограмме.** Оборудование и материалы: Рентгенограммы различных металлов, полученные с помощью дифрактометра XRD-7000, справочные таблицы, линейка, калькулятор.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекционные занятия проводятся в форме лекций как в традиционной форме, так и с использованием презентаций и видеороликов.

Самостоятельная работа включает подготовку к тестам, защитам лабораторных работ, контрольной работе и экзамену.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для текущего контроля успеваемости используются различные виды тестов, контрольная работа, выборочный опрос.

Аттестация по дисциплине – экзамен.

Оценка за освоение дисциплины, определяется как $0,4 \times (\text{оценка за лабораторные работы}) + 0,6 \times (\text{оценка за экзамен})$

В приложение к диплому вносится оценка за 2 семестр

Вопросы к экзамену

I КРИСТАЛЛОГРАФИЯ. ДЕФЕКТЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

1. Пространственная решётка. Трансляции. Элементарная ячейка.
2. Кристаллографические индексы направлений и плоскостей в решётке.
3. Сингонии кристаллов.
4. Решётки Браве. Условия выбора ячеек Браве.
5. Плотнейшие упаковки. Коэффициент компактности. Понятие координационного числа кристаллической структуры.
6. Точечные дефекты решетки.
7. Дислокации. Вектор Бюргера.
8. Дефекты упаковки.
9. Границы зёрен в поликристаллах.
10. Гранецентрированная кубическая решётка.
11. Объёмноцентрированная кубическая решетка.

II СПЛАВЫ И ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ ДВОЙНЫХ СИСТЕМ

1. Типы сплавов. Виды твёрдых растворов.
2. Кристаллизация из расплава. Критический радиус зародыша.
3. Понятие о полиморфном превращении.
4. Правило фаз.
5. Правило отрезков.

6. Эвтектические, перитектические, эвтектоидные и перитектоидные превращения.
7. Диаграммы состояния сплавов, компоненты которых нерастворимы в твёрдом состоянии.
8. Диаграммы состояния сплавов с неограниченной растворимостью компонентов.
9. Диаграммы состояния сплавов с ограниченной растворимостью компонентов.
10. Диаграммы состояния сплавов, компоненты которых образуют химические соединения.
11. Диаграммы состояния сплавов, компоненты которых испытывают полиморфные превращения.
12. Экспериментальное построение диаграмм состояния.

III ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

1. Теоретическая прочность.
2. Системы скольжения.
3. Источник Франка – Рида.
4. Стадии пластической деформации монокристалла.
5. Закон Шмида.
6. Двойникование.
7. Разрушение металлов.
8. Основные механизмы упрочнения. Пути повышения прочности металлов.
9. Возврат и полигонизация.
10. Рекристаллизация.
11. Виды термообработки.
12. Особенности превращений в неравновесных условиях.
13. Диффузия. Уравнение диффузии. Роль границ зёрен. Связь с диаграммой состояния.
14. Виды и значение термохимической обработки.

IV МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ.

ЭЛЕМЕНТЫ РЕНТГЕНОСТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА

1. Механические свойства металлов. Статические испытания.
2. Твёрдость металлов. Способы измерения твёрдости. Микротвёрдость.
3. Динамические испытания. Ударная вязкость.
4. Спектры рентгеновского излучения.
5. Поглощение рентгеновского излучения.
6. Дифракция рентгеновских лучей.
7. Интенсивность рентгеновских отражений. Погасания. Множитель повторяемости.

8. Прецизионное измерение периодов кристаллической решётки.
9. Текстура. Виды текстур. Рентгенографическое исследование текстур.
10. Рентгеноструктурный фазовый анализ поликристаллов.
11. Оптическая металлография. Измерение размера зерна.
12. Методы подготовки металлографических шлифов.

V МЕТАЛЛЫ

1. Диаграмма состояния железо-углерод. Основные фазы и структурные составляющие.
2. Структурные классы легированных сталей.
3. Чугун.
4. Диаграммы образования и распада аустенита.
5. Мартенситные превращения. Деформация Бейна.
6. Превращения при отпуске сталей.
7. Закалка сталей. Выбор температуры. Закалочные среды. Прокаливаемость.
8. Легированные стали. Классификация по структуре, составу, назначению.
9. Маркировка легированных сталей.
10. Быстрорежущие стали.
11. Жаростойкие и жаропрочные стали и сплавы.
12. Алюминий и его сплавы. Принципы упрочнения дюралюминия.
13. Медь и сплавы на её основе.
14. Уран и плутоний

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ

Билет 1

1. Пространственная решётка. Трансляции. Элементарная ячейка.
2. Кристаллизация из расплава. Критический радиус зародыша.
3. Источник Франка – Рида.

Билет 2

1. Кристаллографические индексы направлений и плоскостей в решётке.
2. Стадии пластической деформации монокристалла.
3. Мартенситные превращения. Деформация Бейна.

Билет 3

1. Сингонии кристаллов.
2. Правило фаз.
3. Превращения при отпуске сталей.

Билет 4

1. Правило отрезков.

2. Двойникование.
3. Закалка сталей. Выбор температуры. Закалочные среды. Прокаливаемость.

Билет 5

1. Плотнейшие упаковки. Коэффициент компактности. Понятие координационного числа кристаллической структуры.
2. Эвтектические, перитектические, эвтектоидные и перитектоидные превращения.
3. Разрушение металлов.

Билет 6

1. Диаграммы состояния сплавов, компоненты которых нерастворимы в твёрдом состоянии.
2. Основные механизмы упрочнения. Пути повышения прочности металлов.
3. Маркировка легированных сталей.

Билет 7

1. Дислокации. Вектор Бюргера.
2. Диаграммы состояния сплавов с неограниченной растворимостью компонентов.
3. Возврат и полигонизация.

Билет 8

1. Дефекты упаковки.
2. Диаграммы состояния сплавов с ограниченной растворимостью компонентов.
3. Рекристаллизация.

Билет 9

1. Границы зёрен в поликристаллах.
2. Виды термообработки.
3. Алюминий и его сплавы. Принципы упрочнения дюралюминия.

Билет 10

1. Гранецентрированная кубическая решётка.
2. Диаграммы состояния сплавов, компоненты которых испытывают полиморфные превращения.
3. Медь и сплавы на её основе.

Билет 11

1. Объёмноцентрированная кубическая решётка.
2. Диффузия. Уравнение диффузии. Роль границ зёрен. Связь с диаграммой состояния.
3. Уран и плутоний.

Билет 12

1. Кристаллографические индексы направлений и плоскостей в решётке.
2. Типы сплавов. Виды твёрдых растворов.

3. Чугун.

Билет 13

1. Точечные дефекты решётки.
2. Теоретическая прочность.
3. Диаграмма состояния железо-углерод. Основные фазы и структурные составляющие.

Билет 14

1. Решётки Браве. Условия выбора ячеек Браве.
2. Экспериментальное построение диаграмм состояния.
3. Быстрорежущие стали.

Билет 15

1. Понятие о полиморфном превращении.
2. Особенности превращений в неравновесных условиях.
3. Легированные стали. Классификация по структуре, составу, назначению.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Гуляев А.П., Гуляев А.А. Металловедение. М.: ИД Альянс, 2011. - 544 с.
2. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. М.: Альянс, 2009. - 528 с.
3. Шаскольская М.П. Кристаллография. М.: Высшая школа, 1984. - 376 с.
4. Завалишин Ю.К., Халдеев В.Н. Материаловедение. Саров: НИЯУ МИФИ СарФТИ, 2010. - 528 с.
5. Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. М.: Metallurgy, 1982. - 632 с.
6. Новиков И.М. Теория термической обработки металлов. М.: Metallurgy, 1974. - 400 с.
7. Лившиц Б.Г. Металлография. М.: Metallurgy, 1990. - 236 с.
8. Гончаров И.Д. Материаловедение. Металлы. Саров: СарФТИ, 2008. - 70 с.

Дополнительная литература

1. Штремель М.А. Прочность сплавов. Ч. 1. Дефекты решетки. М.: Metallurgy, 1982. - 280 с.
2. Штремель М.А. Прочность сплавов. Ч. 2. Деформация. М.: МИСиС, 1997. - 527 с.
3. Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. Общая металлургия. М.: Академкнига, 2002. - 768 с.
4. Рекристаллизация металлических материалов. Под ред. Ф. Хесснера. М.: Metallurgy, 1982. - 352 с.

5. Глейтер Г., Чалмерс Б. Большеугловые границы зерен. М.: Мир, 1975. - 376 с.
6. Шульце Г. Металлофизика. М.: Мир, 1971. - 504 с.
7. Бокштейн Б.С. Диффузия в металлах. М.: Metallurgia, 1978. - 248 с.
8. Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А. Краткий курс физической химии. М.: Metallurgia, 1979. - 368 с.
9. Эгертон Р.Ф. Физические принципы электронной микроскопии. М.: Техносфера, 2010. - 304 с.
10. Бернштейн М.Л., Займовский В.А. Механические свойства металлов. М.: Metallurgia, 1979. - 496 с.

Литература к лабораторным работам

Основная

1. Богомолова Н.А. Практическая металлография. М.: Высшая школа, 1987. - 240 с.
2. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. М.: МИСИС, 2002. - 360 с.
3. Миркин Л.И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. М.: Госуд изд-во физ.-ма. лит., 1961. - 864 с.

Дополнительная

1. Румшицкий Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. М.: Наука, 1971. - 192 с.
2. Wyckoff R.W.G. Crystal Structures. Vol. 1. NY, London, Sydney: Interscience Publishers, 1965. - 468 с.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудитории СарФТИ НИЯУ МИФИ, оборудование учебных, научно-исследовательских лабораторий кафедры ТиЭМ СарФТИ НИЯУ МИФИ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по направлению 15.03.03 Прикладная механика.

Программу составил:

доцент кафедры ТиЭМ, к.ф.-м.н., доцент, в.н.с. ИФВ РФЯЦ-ВНИИЭФ

А.М. Подурец

Рецензент: заведующий кафедрой ТиЭМ, д.т.н., доцент

А.Л. Михайлов