

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 16.10.2023 14:48:05
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан
факультета машиностроения
/Е.В. Сафонов/
« » 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория строения материалов»

Направление подготовки

22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль подготовки

«Перспективные материалы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Москва 2020 г.

Программа составлена в соответствии с ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки

22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» профиль подготовки «Перспективные материалы и технологии»

Программу составили



доцент, к.ф.-м.н. Т.Ю.Скакова

Программа дисциплины «Теория строения материалов» по направлению подготовки 22.03.01

«Материаловедение и технологии материалов» утверждена на заседании кафедры «Материаловедение»

22 » марта 2020г

протокол № 12

Зав. кафедрой

 /А.Д.Шляпин/

Программа согласована с руководителем образовательной программы

 /И.А.Курбатова/

22 » марта 2020г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии



22 » 06 2020г.

Протокол № 8-20

2

22.03.01 /01/05

1. Цели и задачи освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Теория строения материалов» следует отнести:

- формирование знаний о физико-химических закономерностях строения металлических и неметаллических материалов, структурных изменениях в них при их получении, упрочнении, эксплуатации; взаимосвязи микро- и нано-структуры и свойств материалов;
- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование умений производить качественные и количественные оценки структурных и фазовых превращений в материалах методами структурного анализа

К **основным задачам** освоения дисциплины «Теория строения материалов» следует отнести:

- научить использовать на практике современные представления наук о материалах, о влиянии микро- и нано-масштаба на свойства материалов
- обеспечить освоение методов структурного анализа материалов с применением методик рентгенографии и электронной микроскопии, а также основ анализа экспериментальных данных для решения материаловедческих задач.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

В учебном плане дисциплина «Теория строения материалов» относится к числу профессиональных учебных дисциплин вариативной части (Б 1.3 дисциплины по выбору) и дает студентам знания о закономерностях взаимосвязей химического и фазового состава различных материалов, их состояния и структуры с механическими, физическими, технологическими свойствами как научную основу разработки новых материалов, а также об актуальных методиках структурного анализа материалов с применением рентгенографии и электронной микроскопии.

Курс «Теория строения материалов» основывается на знаниях, полученных из курсов: «Физика», «химия», «Высшая математика». Знание курса «Теория строения материалов» необходимо для овладения такими дисциплинами, как «Металлические материалы», «Неметаллические материалы», «Композиционные материалы», «Наноматериалы», «Специальные главы материаловедения», кроме того, сведения, излагаемые в курсе «Теория строения материалов», необходимы для выполнения студентами выпускной квалификационной работы.

3.Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
------------------------	--	--

ПК-4	<p>способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации;</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • закономерности физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; • физические основы методов металлографии, рентгенографии и электронной микроскопии как инструмента исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов) <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать в исследованиях и расчетах знания о физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; • применять в практической деятельности методы рентгенографического, металлографического и электронно-микроскопического исследования, при анализе, диагностике свойств веществ (материалов), <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методиками структурного анализа при использовании методов металлографии рентгенографии и электронной микроскопии
ПК-5	<p>готовностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации;</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Возможности и ограничения различных методов анализа структуры материалов • Основные принципы интерпретации экспериментальных результатов, полученных методами структурного анализа • Номенклатуру рентгеновских установок, оптических и электронных микроскопов <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • оценивать эффективность использования различных методов структурного анализа • интерпретировать результаты металлографических, электронно-микроскопических и рентгенографических исследований <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методиками металлографических, электронно-микроскопических и рентгенографических исследований
ПК-6	<p>способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • особенности тонкой структуры материалов • взаимосвязь микро- и нано-структуры и свойств материалов • особенности взаимодействия материалов с полями и излучениями • номенклатуру рентгеновских установок, оптических и электронных микроскопов <p>уметь:</p>

	взаимодействия с окружающей средой, полями и излучениями;	<ul style="list-style-type: none"> • оценивать влияние микро- и нано-структуры на свойства материалов; • оценивать взаимодействия материалов с полями и излучениями владеть: современными методиками оценки влияния микро- и нано- структуры на свойства материалов
--	---	---

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **6** зачетных единицы, т.е. **216** академических часов (из них 90 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины изучаются на первом курсе во втором семестре и на втором курсе в третьем семестре

Второй семестр: лекции – 2 час в неделю (36 часов), лабораторные работы – 1 час в неделю (18 часов), семинарские занятия – 1 час в неделю (18 часов) форма контроля – экзамен.

Третий семестр: лекции – 1 час в неделю (18 часов), лабораторные работы – 1 час в неделю (18 часов), семинарские занятия – 1 час в неделю (18 часов), форма контроля - экзамен.

Структура и содержание дисциплины «*Теория строения материалов*» по срокам и видам работы изложены в Приложении А

Содержание разделов дисциплины.

Тема 1. Теория строения материалов как основная наука о строении материалов, связи структуры и свойств.

Введение. Взаимосвязь структуры и свойств материала.

Тема 2. Строение кристаллических материалов

Элементы кристаллохимии и кристаллофизики. Понятие пространственной решетки, решетки Бравэ, атомного радиуса, координационного числа. Принцип плотнейшей упаковки частиц, типы связей, полиморфизм, свойства кристаллов. Геометрическая и структурная кристаллография. Элементы симметрии кристаллов, сингонии. Дефекты кристаллического строения. Точечные дефекты, вакансии, подвижность вакансий, источники вакансий; межузельные атомы. Дефект Френкеля. Дефекты упаковки. Диффузия в металлах и сплавах. Законы диффузии, механизм, влияние внешних и внутренних факторов. Линейные дефекты. Дислокации, виды дислокаций, энергия дислокаций, взаимодействие дислокаций, движение и торможение дислокаций. Экспериментальные методы исследования дислокаций. Дисклинации. Поверхностные дефекты. Границы зерен, субзерен. Высокоугловые, малоугловые границы. Энергия границ, движение границ.

Тема 3. Физико-химические основы материаловедения

Общие условия равновесия систем, фазовые равновесия и свойства растворов; равновесия в двухкомпонентных системах. Термодинамика структурных переходов

Тема 4. Теория сплавов

Виды фаз, их строение, свойства. Кристаллизация жидких растворов. Термодинамические условия процесса. Строение жидкого металла. Основные параметры кристаллизации. Механизм образования и роста зародышей, критический зародыш и связь его размеров со степенью переохлаждения. Гомогенное и гетерогенное зарождение фаз, принцип размерного и структурного соответствия фаз. Реальные формы кристаллов, образующихся при кристаллизации. Дендритная и зональная ликвация. Эвтектическая кристаллизация, виды эвтектик. Направленная кристаллизация, выращивание монокристаллов, образование псевдоэвтектик. Фазы в металлических системах: твердые растворы, промежуточные фазы (химические соединения) переменного и постоянного состава, свойства различных фаз, упорядочение. Структурные изменения в твердых металлах. Образование метастабильных фаз, аморфного состояния. Кинетика и механизмы (диффузионный и мартенситный) полиморфных превращений. Термодинамика и кинетика мартенситных превращений.

Тема 5. Диаграммы состояния двойных и тройных систем

Методы построения диаграмм фазового равновесия. Правило фаз Гиббса и его применение к изучению двойных систем, правило отрезков. Классификация двойных систем: с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состоянии; образование псевдоэвтектических структур; диаграммы перитектического типа; с устойчивым и неустойчивым химическим соединением; диаграммы монотектического, синтектического, метатектического типа. Эвтектоидное и перитектоидное превращения, полиморфные превращения на диаграммах. Формирование структур характерных двойных сплавов, их особенности. Зависимость свойств сплавов от состава и типа диаграммы. Выбор сплавов определенного назначения на основе анализа диаграмм. Диаграмма состояния и термическая обработка. Диаграммы состояния тройных систем. Изображение составов тройных сплавов и свойства концентрационного треугольника. Правило отрезков и центра тяжести треугольника. Основные типы диаграмм: с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состоянии; ограниченной растворимостью в твердом состоянии; ограниченной растворимостью в твердом состоянии и эвтектическим превращением, промежуточными фазами. Проекция диаграмм на концентрационный треугольник; изо- и политермические разрезы.

Тема 6. Фазовые и структурные превращения в системе железо-углерод.

Строение и свойства железа. Диаграмма состояния железо-цементит. Полиморфизм железа. Фазы, структурные составляющие сплавов железо-углерод. Формирование структуры сплавов с различным содержанием углерода. Вторичный и третичный цементит. Классификация сплавов системы железо-углерод. Структура углеродистых сталей в равновесном состоянии. Критические точки Чернова. Формирование структуры чугунов. Белые чугуны. Формирование структуры белых чугунов с различным содержанием углерода. Серые чугуны. Стабильная диаграмма железо-графит и формирование структуры серых чугунов при первичной кристаллизации.

Тема 7. Метастабильные структуры

Получение неустойчивых состояний при термической обработке. Особенности строения метастабильных структур (сорбит, троостит, бейнит). Получение структуры мартенсит. Прямое и обратное мартенситные превращения. Физические и механические свойства мартенсита. Распад мартенсита при нагреве. Структуры отпущенной стали, особенности влияния на свойства. Аморфное состояние сплавов. Наноструктурные состояния. Способы получения метастабильных состояний: механоактивация, закалка из жидкого состояния.

Тема 8. *Строение неметаллических материалов*

Строение полимеров, фазовые переходы в полимерах, надмолекулярные структуры; релаксационные процессы и явления; виды физических состояний полимеров; механизм старения полимеров; теория пластификации. Фазовые равновесия в смесях полимеров. Структура неорганических стекол и ситаллов. Структура керамических материалов. Структура композиционных материалов.

Тема 9. *Рентгеноструктурные и электронно-оптические методы анализа вещества в современном материаловедении.*

Проблемы материаловедения, связанные с изучением атомно- кристаллического строения. Общая характеристика методов структурного анализа. Физические основы методов структурного анализа. Уравнение Вульфа-Брегга. Сфера отражения.

Тема 10. *Методы рентгеноструктурного анализа.*

Свойства рентгеновских лучей. Основные закономерности сплошного и характеристических спектров. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество. Поглощение рентгеновских лучей. Вторичное характеристическое излучение. Основные принципы рентгеноспектрального анализа вещества. Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию металлов и сплавов. Метод поликристаллов. Типы съемок и объект исследования. Выбор излучения и режима съемки. Расчет рентгенограмм. Интенсивность линий. Индицирование рентгенограмм от вещества с кубической сингонией. Рентгеновская дифрактометрия. Измерение интенсивности. Метод неподвижного монокристалла. Определение симметрии и ориентировки кристалла. Прецизионное определение периода кристаллической решетки. Рентгенографическое исследование твердых растворов и определение границы растворимости. Качественный и количественный анализ фазового состава сплавов. Анализ карбидных и интерметаллидных фаз в сплавах. Изучение процессов, происходящих при термической обработке сплавов. Рентгенографический анализ закаленной стали. Определение содержания углерода в мартенсите и количества остаточного аустенита. Исследование преимущественных ориентировок (текстур).

Тема 11. *Электронно-микроскопические методы исследования материалов.*

Растровая электронная микроскопия. Задачи, решаемые методом растровой электронной микроскопии. Формирование контраста в растровом электронном микроскопе. Возможности и ограничения метода. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) в материаловедении. Оптическая схема электронного микроскопа. Режимы микродифракции и изображения. Метод фольг. Интерпретация и анализ электронно-микроскопических изображений. Темнопольные и светлопольные изображения. Расчет

электронограмм поликристаллического вещества. Анализ точечной электронограммы. Электронно-оптический анализ дислокационной структуры. Определение плотности дислокаций. Изучение границ зерен методом ПЭМ. Прямое разрешение кристаллической решетки.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Теория строения материалов» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- лекции;
- лабораторные и практические работы в малых группах (2 – 3 человека);
- внеаудиторная самостоятельная подготовка к лабораторным работам;
- консультации преподавателя по сети Интернет в режиме on- или off-line;
- входной контроль готовности студента к лабораторным работам;
- подготовка каждым студентом в течение третьего семестра одного доклада с презентацией;
- подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;
- защиту студенческого доклада в форме презентации с использованием деловых игр, дискуссий;
- защита лабораторных работ с использованием деловых игр
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме коллоквиумов, контрольных работ и бланкового тестирования;

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Теория строения материалов» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 33% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита.
- доклады по теме: «Методы и методики структурного анализа» (индивидуально для каждого обучающегося);
- подготовка и выступление с докладом на аудиторном занятии с презентацией и обсуждением на тему «Методы и методики структурного анализа» (индивидуально для каждого обучающегося);

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают также контрольные вопросы и задания в форме бланкового тестирования для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защиту докладов.

Образцы тестовых заданий, тем докладов, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении .

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-4	способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации
ПК-5	готовность выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации
ПК-6	способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями и излучениями

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине .

ПК-4 - способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	
Показатель	Критерии оценивания

	2	3	4	5
знать: закономерности физических и химических процессов, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; физические основы методов рентгенографии и электронной микроскопии как инструмента исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов)	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: закономерностей физических и химических процессов, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; физических основ методов рентгенографии, оптической и электронной микроскопии как инструмента исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов)	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: закономерностей физических и химических процессов, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; физических основ методов рентгенографии, оптической и электронной микроскопии как инструмента исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов). Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: закономерностей физических и химических процессов, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; физических основ методов рентгенографии оптической и электронной микроскопии как инструмента исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: закономерностей физических и химических процессов, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; физических основ методов рентгенографии и , оптической и электронной микроскопии как инструмента исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов)
уметь: использовать в исследованиях и расчетах знания о физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; применять в практической деятельности методы металлографического, рентгенографического и электронно-	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать в исследованиях и расчетах знания о физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; применять в практической деятельности методы металлографического, рентгенографического и электронно-	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использовать в исследованиях и расчетах знания о физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; применять в	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использовать в исследованиях и расчетах знания о физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; применять в	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использовать в исследованиях и расчетах знания о физических и химических процессах, протекающих в

<p>модификации; применять в практической деятельности методы металлографического, рентгенографического и электронного исследования, при анализе, диагностике свойств веществ (материалов)</p>	<p>микроскопического исследования, при анализе, диагностике свойств веществ (материалов)</p>	<p>практической деятельности методы металлографического, рентгенографического и электронно-микроскопического исследования, при анализе, диагностике свойств веществ (материалов). Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>практической деятельности методы металлографического, рентгенографического и электронно-микроскопического исследования, при анализе, диагностике свойств веществ (материалов). Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>материалах при их получении, обработке и модификации; применять в практической деятельности методы металлографического, рентгенографического и электронно-микроскопического исследования, при анализе, диагностике свойств веществ (материалов). Свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p>владеть: методиками структурного анализа при использовании и методов рентгенографии и электронной микроскопии</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методиками структурного анализа при использовании методов рентгенографии, металлографии и электронной микроскопии</p>	<p>Обучающийся владеет методиками структурного анализа при использовании методов рентгенографии, металлографии и электронной микроскопии в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>Обучающийся частично владеет методиками структурного анализа при использовании методов рентгенографии и электронной микроскопии, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет методиками структурного анализа при использовании методов металлографии, рентгенографии и электронной микроскопии, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>

ПК-5 - готовность выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации

<p>знать: Возможности и ограничения различных методов структурного анализа Основные принципы интерпретации и экспериментальных результатов, полученных методами структурного анализа. Номенклатуру рентгеновских установок, оптических и электронных микроскопов</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: возможностей и ограничений различных методов структурного анализа; основных принципов интерпретации экспериментальных результатов, полученных методами структурного анализа; номенклатуры рентгеновских установок, оптических и электронных микроскопов.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: возможностей и ограничений различных методов структурного анализа; основных принципов интерпретации экспериментальных результатов, полученных методами структурного анализа; номенклатуры рентгеновских установок, оптических и электронных микроскопов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: возможностей и ограничений различных методов структурного анализа; основных принципов интерпретации экспериментальных результатов, полученных методами структурного анализа; номенклатуры рентгеновских установок, оптических и электронных микроскопов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: возможностей и ограничений различных методов структурного анализа; основных принципов интерпретации экспериментальных результатов, полученных методами структурного анализа; номенклатуры рентгеновских установок, оптических и электронных микроскопов, свободно оперирует приобретенным и знаниями.</p>
<p>уметь: оценивать эффективность использования различных методов структурного анализа и интерпретировать результаты металлографических, электронно-микроскопических</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет оценивать эффективность использования различных методов структурного анализа и интерпретировать результаты металлографических, электронно-микроскопических и рентгенографических</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: оценивать эффективность использования различных методов структурного анализа и интерпретировать результаты металлографических, электронно-микроскопических и рентгенографических исследований. Допускаются значительные</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: оценивать эффективность использования различных методов структурного анализа и интерпретировать результаты металлографических, электронно-микроскопических и рентгенографических исследований.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: оценивать эффективность использования различных методов структурного анализа и интерпретировать результаты металлографических</p>

ских и рентгенографических исследований	исследований	ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	еских, электронно-микроскопических и рентгенографических исследований. Свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: методиками металлографических, электронно-микроскопических и рентгенографических исследований	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методиками металлографических, электронно-микроскопических и рентгенографических исследований	Обучающийся владеет методиками металлографических, электронно-микроскопических и рентгенографических исследований в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет методиками металлографических, электронно-микроскопических и рентгенографических исследований, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методиками металлографических, электронно-микроскопических и рентгенографических исследований, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

ПК-6 - способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями и излучениями

знать: особенности тонкой структуры материалов; взаимосвязь микро- и наноструктуры и свойств материалов; особенности взаимодействия материалов	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: особенностей тонкой структуры материалов; взаимосвязи микро- и наноструктуры и свойств материалов; особенностей взаимодействия	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: особенностей тонкой структуры материалов; взаимосвязи микро- и наноструктуры и свойств материалов; особенностей взаимодействия материалов с полями и излучениями. Допускаются значительные ошибки,	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: особенностей тонкой структуры материалов; взаимосвязи микро- и наноструктуры и свойств материалов; особенностей взаимодействия материалов с полями и излучениями, но допускаются	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: особенностей тонкой структуры материалов; взаимосвязи микро- и наноструктуры и свойств
---	---	--	---	--

с полями и излучениями;	материалов с полями и излучениями;	проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	материалов; особенностей взаимодействия материалов с полями и излучениями;
уметь: оценивать влияние микро- и нано-структуры на свойства материалов; оценивать взаимодействия материалов с полями и излучениями	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет оценивать влияние микро- и нано-структуры на свойства материалов; оценивать взаимодействия материалов с полями и излучениями	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: оценивать влияние микро- и нано-структуры на свойства материалов; оценивать взаимодействия материалов с полями и излучениями . Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: оценивать влияние микро- и нано-структуры на свойства материалов; оценивать взаимодействия материалов с полями и излучениями. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: оценивать влияние микро- и нано-структуры на свойства материалов; оценивать взаимодействия материалов с полями и излучениями. Свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: современными методиками оценки влияния микро- и нано-структуры на свойства материалов	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет современными методиками оценки влияния микро- и нано-структуры на свойства материалов	Обучающийся владеет современными методиками оценки влияния микро- и нано-структуры на свойства материалов в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет современными методиками оценки влияния микро- и нано-структуры на свойства материалов , навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет современными методиками оценки влияния микро- и нано-структуры на свойства материалов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится во втором семестре по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «зачтено» или «незачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Теория строения материалов» (прошли промежуточный контроль - контрольные работы, коллоквиум, выполнили и защитили лабораторные работы, подготовили доклад и презентацию, выступили с докладом)

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится в третьем семестре по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по данной (прошли промежуточный контроль - контрольные работы, коллоквиум, выполнили и защитили лабораторные работы, подготовили доклад и презентацию, выступили с докладом).

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении Б к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература

Ульянина И.Ю., Скакова Т.Ю. Строение материалов :учеб.пособие для вузов Ч.

1:Атомно-кристаллическое строение материалов- М.: МГИУ, 2004

Теория строения материалов: атомно- кристаллическое строение :метод. указ. к выполнению практических заданий для студ. спец. 1208 Т5-29. / сост. **Скакова Т.Ю.** - М.: МГИУ, 2004

Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ :учеб. пособие для вузов. / - М.: МИСИС, 2002

Методы структурного анализа материалов и контроль качества деталей. Ч. 1: Просвечивающая электронная микроскопия :учеб.-метод. пособие 32-8. / сост. **Скакова Т.Ю., Трифонов Ю.Г.** - М.: МГИУ, 2012

Методы структурного анализа материалов и контроль качества деталей. Ч. 2: Просвечивающая электронная микроскопия :метод. указания к выполнению практ. заданий 32-10. / сост. **Скакова Т.Ю., Трифонов Ю.Г.** - М.: МГИУ, 2013

б) дополнительная литература

Утевский Л.М. Дифракционная электронная микроскопия в металловедении. М,Металлургия, 1973 - 583с.

Ржевская С.В. Материаловедение :учеб. для вузов. - М.: МГТУ, 2003

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

<p>Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1316. 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16</p>	<p>Столы учебные со стульями, аудиторная доска; переносной проектор. Рабочее место преподавателя: стол, стул. Учебное лабораторное оборудование: микроскоп АЛЬТАМИ микроскоп МИМ-7 твердомер ТКС-1М, наглядные пособия.</p>
<p>Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1313. 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16</p>	<p>Столы учебные со стульями, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул; переносной проектор + экран, компьютер. Учебное и лабораторное оборудование: твердомер ТР 5006; шкафы для хранения с учебно-методической и научной литературой, наглядные пособия (плакаты).</p>

<p>Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1304. 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16</p>	<p>Столы учебные со стульями, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул Учебное лабораторное оборудование: микроскопы ZASILACZMIKPOSKOPOWYtypTVO 6/20.; твердомер ТР 5006 микротвердомеры ПМТ-3М лупы Бринелля.; микроскопы АЛЬТАМИ комплекты образцов для лабораторных работ; шкафы для хранения оборудования и расходных материалов, наглядные пособия.</p>
--	--

Другое

1. *Раздаточный материал по всем разделам курса.*
2. *Альбом рентгенограмм.*
3. *Альбомы электронно-микроскопических изображений*

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

[http:// mospolytech.ru/index.php?id=309](http://mospolytech.ru/index.php?id=309)

www.twirpx.com

<http://metall-2006.narod.ru>

<http://www.iqlib.ru>

www.vlab.wikia.com

9.Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей. Самостоятельная работа сопровождается эффективным контролем и оценкой ее результатов. Предметно и содержательно самостоятельная работа определяется государственным образовательным стандартом, действующим учебным планом, рабочей программой дисциплины, средствами обеспечения самостоятельной работы. Самостоятельная работа – это важнейшая часть любого образования. Обязанность преподавателя – научить студента самостоятельно трудиться, самостоятельно пополнять запас знаний.

Для успешной самостоятельной работы студент должен планировать свое время и за основу рекомендуется брать рабочую программу учебной дисциплины.

После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. Умение слушать, творчески воспринимать излагаемый материал – это необходимое условие для его понимания. Внимательное слушание требует умственного напряжения, волевых усилий. В процессе лекционного занятия необходимо выделять важные моменты, выводы, анализировать

основные положения. Если при изложении материала преподавателем создана проблемная ситуация, пытаться предугадать дальнейший ход рассуждений. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов. Для более прочного усвоения знаний лекцию необходимо конспектировать. Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Не надо стремиться подробно слово в слово записывать всю лекцию. Конспектируйте только самое важное в рассматриваемом параграфе: формулировки определений и законов, выводы основных уравнений и формул, то, что старается выделить лектор, на чем акцентирует внимание студентов. Старайтесь отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. Более подробно записывайте основную информацию и кратко – дополнительную. Не нужно просить лектора несколько раз повторять одну и ту же фразу для того, чтобы успеть записать. По возможности записи ведите своими словами, своими формулировками.

Лекция не должна превращаться в своеобразный урок-диктант. Поскольку в этом случае вы не учитесь мыслить и анализировать услышанное и лекция превращается в механический процесс.

Тетрадь для конспекта лекций также требует особого внимания. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к различным отчетным занятиям, зачетам, экзаменам. Целесообразно отделить поля, где можно бы изложить свои мысли, вопросы, появившиеся в ходе лекции. Полезно одну из страниц оставлять свободной. Она потребуется потом, при самостоятельной подготовке. Сюда можно будет занести дополнительную информацию по данной теме, полученную из других источников: чертежи и рисунки, схемы и графики, цитаты и биографии выдающихся ученых и т.д. Таким образом, на лекции студент должен совместить два момента: внимательно слушать лектора, прикладывая максимум усилий для понимания излагаемого материала и одновременно вести его осмысленную запись.

Главные задачи лабораторных работ таковы: 1) экспериментальная проверка гипотез; 2) освоение методики измерений и приобретение навыков проведения эксперимента; 3) изучение принципов работы приборов; 4) приобретения умения обработки результатов эксперимента.

Студент должен понимать, что методическое описание – это только основа для выполнения работы, что навыки экспериментирования зависят не от качества описания, а от отношения студента к работе и что формально, бездумно проделанные измерения – это потраченное впустую время.

Если в лабораторной работе исследуется зависимость одной величины от другой, эту зависимость следует представить графически. Число точек на различных участках кривой и масштабы выбираются с таким расчетом, чтобы наглядно были видны места изгибов, экстремумов и скачков. Вычисление искомой величины содержит и расчет погрешностей измерения.

Выполнение каждой из запланированных работ заканчивается написанием вывода.

Зачет – форма итоговой проверки и оценки полноты и прочности знаний студентов, а также сформированности умений и навыков; проводится в виде собеседования по важнейшим

вопросам каждого раздела изученного курса или по курсу в целом в индивидуальном порядке. Основная цель подготовки к зачету — достичь понимания законов и явлений, а не только механически заучить материал. Но все же довольно много вещей придется просто выучить. При этом следует учитывать ваши индивидуальные особенности. К примеру, если у вас зрительный тип памяти, тогда следует уделить особое внимание внешней форме вашего краткого конспекта — недопустим небрежный, неразборчивый, мелкий почерк. Важные понятия должны быть выделены из текста, чтобы «бросаться в глаза» сразу. Конечно, аккуратный конспект потребует несколько большего времени, но в итоге время на заучивание сократится, и вы эффективнее подготовитесь к экзамену или зачету. Если у вас слуховой тип памяти, следует проговаривать наиболее важную часть материала, возможно даже использовать магнитофон для подготовки. Если же преобладающим у вас является моторный тип памяти, то конспект нужно переписать несколько раз, причем каждый раз надо вычеркивать то, что вы уже выучили достаточно хорошо, оставляя для переписывания только самое необходимое для запоминания.

Примеры вопросов для самоконтроля (раздел дисциплины «Экспериментальные методы исследования материалов»)

Физика рентгеновских лучей. (ПК-4, ПК-5, ПК-6)

1. Как возникает рентгеновское излучение?
2. Что такое жёсткое и мягкое рентгеновское излучение?
3. Как изменяется проникающая способность рентгеновского излучения с уменьшением длины волны?
4. Какому соотношению подчиняется рассеяние кристаллом рентгеновского излучения?
5. Какие величины можно определить из формулы Вульфа-Брэггов, измеряя экспериментально углы дифракционных максимумов?
6. Что такое сплошной и линейчатый спектры?
7. Какие рентгеновские лучи называются монохроматическими?

Методы рентгеноструктурного анализа. (ПК-4, ПК-5, ПК-6)

1. . Какие три основных метода используются в рентгеноструктурном анализе?
2. В чём состоит метод Лауэ?
3. В чём состоит метод Дебая?
4. Как производится выбор излучения?
5. Как осуществляется регистрация дифракционной картины в рентгеновском дифрактометре?

Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию металлов и сплавов. (ПК-4, ПК-5, ПК-6)

1. Какие методы рентгенографии используются для определения типа твёрдого раствора?
2. Как проводится количественный фазовый рентгеноструктурный анализ?
3. Как проводится рентгеноструктурный анализ закаленной стали?

4. В чём заключается метод построения границы растворимости с помощью рентгеноструктурного анализа?
5. Какие несовершенства кристаллической структуры могут быть изучены методами рентгенографии?
6. С помощью каких методов определяется ориентировка кристалла?

Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов. (ПК-4, ПК-5, ПК-6)

1. Какие линзы используются в электронном микроскопе?
2. На чём основана работа электронного микроскопа?
3. В чём преимущества ПЭМ перед рентгеноструктурным анализом?
4. Какова длина волны электронов, используемая в ПЭМ?
5. Как перейти от режима изображения в режим дифракции в ПЭМ?
6. Как формируется контраст на изображении дислокации в ПЭМ?
7. Что такое экстинкционные контуры?
8. Как выглядят границы зёрен в ПЭМ?

10. Методические рекомендации для преподавателя

В условиях информатизации всех сфер деятельности человека чтение лекций у доски с мелом становится не эффективным. Предлагается использовать презентации, созданные средствами Microsoft Office Power Point. Демонстрация слайдов должна сопровождаться отступлениями от режима демонстрации и пояснениями лектора. Значительную часть слайдов должны занимать иллюстрации. В процессе изложения материала такой лекции необходимо акцентировать внимание слушателей на ключевых понятиях ее темы.

Если требуется к ним возвращаться, то для этого целесообразно прокручивать материал (слайды) назад. При этом следует активизировать внимание студентов вопросами, которые, как правило, касаются весьма простых, но ключевых понятий. Одновременно следует давать студентам время для пометок и записей в своих конспектах.

Изложенный вариант даёт более высокий эффект, если во время лекции на руках у студентов будет раздаточный материал (тезисы или полный конспект лекций, слайды презентации).

Практические занятия предусматривают изучение нового и закрепление проработанного на лекциях теоретического материала. После того, как студенты разберут теоретический материал по данной работе, им предлагается выполнить задание или презентацию по пройденной теме. Часть заданий может выполняться студентами в качестве самостоятельной подготовки к занятиям. Темы практических работ студентам известны заранее, поэтому к каждому занятию студенты приходят подготовленными. Задания по практическим работам рекомендуется выполнять с использованием программного обеспечения, имеющегося на кафедре

ПРИЛОЖЕНИЯ к рабочей программе

- А. Структура и содержание дисциплины.
- Б. Фонд оценочных средств.

Структура и содержание дисциплины «Теория строения материалов» по направлению подготовки

22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

(бакалавр)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Первый семестр														
1.1	<i>Теория строения материалов как основная наука о строении материалов, связи структуры и свойств</i> . Введение. Взаимосвязь структуры и свойств материала.	2	1	2											
1.2	<i>Семинарское занятие</i> . Элементы симметрии в кристаллах	2	1		2										
1.3	<i>Строение кристаллических материалов</i> Виды связей между атомами. Атомно-кристаллическое строение твердых тел	2	2	2			2								
1.4	<i>Вводное занятие по</i>	2	2			2									

	лабораторному практикуму. Оптическая микроскопия: возможности и ограничения метода.														
1.5	Строение кристаллических материалов Элементы кристаллохимии и кристаллофизики. Понятие пространственной решетки Бравэ, атомного радиуса, координационного числа.	2	3	2											
1.6	Семинарское занятие. Базис кристаллической решетки. Координационное число. Коэффициент заполнения ячейки.	2	3	2		2							+		
1.7	Строение реальных кристаллов. Дефекты кристаллического строения. Точечные дефекты, вакансии. Дефекты упаковки. Механизмы диффузия в металлах и сплавах. Линейные дефекты. Дислокации, виды дислокаций, энергия дислокаций, взаимодействие дислокаций, движение и торможение дислокаций. Поверхностные дефекты. Границы зерен,	2	4	2		2									

	субзерен.														
1.8	<i>Лабораторная работа</i> Исследование дефектов кристаллического строения металлов. Выявление дислокаций по ямкам травления. Определение плотности дислокаций.	2	4			2	2								
1.9	<i>Роль дефектов в процессах, протекающих в реальных кристаллах</i>	2	5	2											
	<i>Семинарское занятие.</i> Индексирование направлений в кристаллах	2	5		2		2								
1.10	Кристаллизация. Параметры кристаллизации	2	6	2			2						+		
1.11	<i>Лабораторная работа</i> Исследование дефектов кристаллического строения металлов. Определение угла разориентировки субзерен	2	6			2	5								
1.12		2	7	2									+		

	Физико-химические основы материаловедения. Общие условия равновесия систем, фазовые равновесия и свойства растворов; равновесия в двухкомпонентных системах														
	<i>Семинарское занятие.</i> Индицирование кристаллографических плоскостей.	2	7		2										
1.13	Физико-химические основы материаловедения. Фазы в металлических системах. Твердые растворы.	2	8	2									+		
1.14	<i>Лабораторная работа</i> «Микроструктурный анализ металлов и сплавов. Пробоподготовка. Приготовление шлифов. Травление.»	2	8			2	2								
1.15	Физико-химические основы материаловедения. Фазы в металлических системах. Промежуточные фазы (химические соединения) переменного и постоянного состава, свойства различных фаз, упорядочение.	2	9	2			5								

1.16	Семинарское занятие. Расчет равновесной концентрации вакансий	2	9		2		2								
1.17	Физико-химические основы материаловедения. Диаграммы фазового равновесия. Правило фаз Гиббса Общие условия равновесия систем, фазовые равновесия и свойства растворов; равновесия в двухкомпонентных системах	2	10	2											
1.18	Лабораторная работа «Микроструктурный анализ металлов и сплавов. Изучение однофазных и многофазных металлических материалов».	2	10			2	2								
1.19	Диаграммы состояния двойных систем Методы построения диаграмм фазового равновесия.	2	11	2			2						+		
1.20	Семинарское занятие. Диаграммы фазового равновесия двойных систем. Правило рычага. Расчет относительного количества фаз в сплаве.	2	11		2										
1.21	Диаграммы состояния двойных систем	2	12	2											

	Классификация двойных систем. Двойные системы с неограниченной и ограниченной растворимостью														
1.22	Лабораторная работа «Количественный металлографический анализ. Определение размера зерен».	2	12			2	2								
1.23	Диаграммы состояния двойных систем. Диаграммы с промежуточными фазами	2	13	2			3						+		
1.24	Семинарское занятие Правило фаз Гиббса. Построение кривых охлаждения.	2	13		2										
1.25	Диаграммы состояния двойных систем Полиморфные превращения на диаграммах	2	14	2											
1.26	Лабораторная работа «С Микроструктурный анализ сплавов двойных систем. Твердые растворы. Химические соединения».	2	14			2	2								
1.27	Диаграммы состояния тройных систем. Изображение составов тройных сплавов и свойства	2	15	2			3								

	концентрационного треугольника. Основные типы диаграмм. Проекция диаграмм на концентрационный треугольник; изо- и политермические разрезы														
1.28	<i>Семинарское занятие.</i> Диаграммы фазового равновесия тройных систем. Концентрационный треугольник. Определение состава тройного сплава.	2	15		2										
1.29	<i>Строение неметаллических материалов.</i> Строение полимеров, фазовые переходы в полимерах, надмолекулярные структуры; релаксационные процессы и явления; виды физических состояний полимеров; механизм старения полимеров; теория пластификации. Фазовые равновесия в смесях полимеров. материалов	2	16	2			2								

1.30	Лабораторная работа «Микроструктурный анализ сплавов двойных систем. Сплавы с эвтектическим и перитектическим превращениями».	2	16			2									
1.31	Свойства полимеров	2	17	2											
1.32	Семинарское занятие «Получение сырья для огнеупорной керамики методом химического диспергирования алюминия и его сплавов»	2	17			2		2							
1.33	Строение неметаллических материалов. Структура неорганических стекол и ситаллов. Структура керамических материалов. Структура и свойства композиционных материалов	2	18	2											

1.34	<i>Лабораторная работа</i> Микроструктурный анализ сплавов сложных систем с превращением в твердом состоянии. Эвтектоидное и перитектоидное превращения.	2	18			2	3								
	Форма аттестации		19-21												Э
	Всего часов по дисциплине во втором семестре			3 6	18	18	45								
	Третий семестр														
2.1	Метастабильные структуры. Получение неустойчивых состояний при термической обработке. Структура мартенсита. Прямое и обратное мартенситные превращения. Распад мартенсита при нагреве.	3	1	2			2								
2.2	<i>Семинарское занятие</i> Изучение процессов, происходящих при термической обработке сплавов.	3	1		2										
2.3	<i>Лабораторная работа</i> «Изучение структуры мартенсита в сплавах железа и титана методом оптической микроскопии»	3	2			2	1								
2.4	Метастабильные структуры. Аморфное состояние сплавов. Наноструктурные состояния.	3	3	2			2							+	

2.5	<i>Лабораторная работа</i> «Определение ориентировки кристалла по дифракционным картинам»	3	3			2									
2.6	<i>Семинарское занятие</i> Способы получения метастабильных состояний: механоактивация, закалка из жидкого состояния.	3	4		2		4								
2.7	<i>Рентгеноструктурные и электронно-оптические методы анализа вещества в современном материаловедении.</i> Проблемы материаловедения, связанные с изучением атомно-кристаллического строения. Общая характеристика методов структурного анализа. Физические основы методов структурного анализа Выдача тем докладов	3	5	2										+	
2.8	<i>Семинарское занятие.</i> «Физические основы методов структурного анализа. Уравнение Вульфа-Брегга. Сфера отражения.	3	5		2		2								
2.10	<i>Лабораторная работа</i> «Определение ориентировки кристалла по дифракционным картинам» (продолжение)	3	6			2	2								
	<i>Сравнительная оценка различных электронно-</i>	3	7	2											

	микроскопические методов исследования металлов и сплавов.														
2.11	<i>Семинарское занятие «Особенности дифракционных картин от моно- и поликристаллов»</i>	3	7		2		2								
2.12	Лабораторная работа «Изучение структуры малоугловых и большеугловых границ зерен методом электронной микроскопии». <i>1 часть :Малоугловые границы</i>	3	8			2	2								
2.13	Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов. Растровая электронная микроскопия. Задачи, решаемые методом растровой электронной микроскопии. Формирование контраста в растровом электронном микроскопе.	3	9	2			2								+
2.14	<i>Семинарское занятие «Изучение структуры керамик методом растровой микроскопии»</i>	3	9		2		2				+				
2.15	Лабораторная работа «Изучение структуры малоугловых и большеугловых границ зерен методом электронной микроскопии»	3	10			2	2								

	микроскопии». <i>2 часть: Большиеугловые границы</i>														
2.16	Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) в металловедении. Оптическая схема электронного микроскопа. Режимы микродифракции и изображения. Метод фольг в ПЭМ. Прямое разрешение кристаллической решетки.	3	11	2		2									
2.17	<i>Семинарское занятие «Изучение особенностей формирования контраста на дефектах кристаллического строения в электронной микроскопии»</i>	3	11	2		2									
2.18	<i>Лабораторная работа «Определение плотности дислокаций по электронно-микроскопическим изображениям»</i>		12			2	2								
2.19	Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов. Решение задач материаловедения методом просвечивающей электронной микроскопии.	3	13	2											

2.20	<i>Семинарское занятие</i> «Анализ изображений структуры в электронном микроскопе»	3	13		2										
2.21	<i>Лабораторная работа</i> «Анализ и расчет точечной электронограммы».	3	14			2	2								
2.22	Методы рентгеноструктурного анализа. Свойства рентгеновских лучей. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество. Поглощение рентгеновских лучей. Вторичное характеристическое излучение. Основные принципы рентгеноспектрального анализа вещества..	3	15	2			3								
2.23	<i>Семинарское занятие</i> «Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию металлов и сплавов.	3	15		2		3								
2.24	<i>Лабораторная работа</i> «Определение вещества по дифрактограмме».	3	16			2	2						+		
2.25	Методы рентгеноструктурного анализа. Метод поликристаллов. Типы съемок и объект исследования. Рентгеновская дифрактометрия. Прецизионное	3	17	2											

	определение периода кристаллической решетки. Рентгенографическое исследование твердых растворов Изучение процессов, происходящих при термической обработке сплавов. Рентгенографический анализ закаленной стали. Определение содержания углерода в мартенсите и количества остаточного аустенита														
2.26	<i>Семинарское занятие</i> «Построение границы растворимости в двухкомпонентной системе методом прецизионного определения периода решетки».	3	17		2		2								
2.27	<i>Лабораторная работа</i> «Определение вещества по дифрактограмме»(продолжение)	3	18				2		2						
	<i>Форма аттестации</i>		19-21												Э
	Всего часов по дисциплине в третьем семестре			1 8	18	18		45							

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

Московский политехнический университет

Направление подготовки:
22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ
ОП (профиль): «Перспективные материалы в инновационной технике»

Кафедра: Материаловедение

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Теория строения материалов

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Экзаменационные билеты

Деловая (ролевая) игра

Кейс-задачи

Круглый стол (дискуссия)

Коллоквиум

Контрольная работа (бланковое тестирование)

Доклад

Составитель: доцент Т.Ю. Скакова

Москва, 2020 год

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Теория строения материалов				
ФГОС ВО 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»				
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие				
Профессиональные компетенции:				
Компетенции	Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства*	Степени уровней освоения компетенций
Индекс	Формулировка			

<p>ПК-4</p>	<p>способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> -закономерности физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; -физические основы методов рентгенографии и электронной микроскопии как инструмента -исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов) <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> использовать в исследованиях и расчетах знания о физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; применять в практической деятельности методы рентгенографического и электронномикроскопического исследования, при анализе, диагностике свойств веществ (материалов), <p>владеть:методиками структурного анализа при использовании методов рентгенографии и электронной микроскопии</p>	<p>лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия</p>	<p>УО, ДИ, К-З, К/Р, Д, К</p>	<p>Базовый уровень</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать знания о методах исследования, анализа свойств веществ, физических и химических процессах, протекающих в материалах в стандартных учебных ситуациях <p>Повышенный уровень</p> <ul style="list-style-type: none"> - способен применять в практической деятельности знания о физических и химических процессах, протекающих в материалах, использовать методы рентгенографического и электронномикроскопического исследования при анализе, диагностике свойств веществ (материалов).
--------------------	---	--	--	-------------------------------	---

ПК-5	<p>готовность выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации;</p>	<p>знать: Возможности и ограничения различных методов структурного анализа Основные принципы интерпретации экспериментальных результатов, полученных методами структурного анализа Номенклатуру рентгеновских установок и электронных и оптических микроскопов уметь: оценивать эффективность использования различных методов структурного анализа интерпретировать результаты металлографических, электронномикроскопических и рентгенографических исследований владеть: методиками металлографических, электронно-микроскопических и рентгенографических исследований</p>	<p>лекция, самостоятельная работа</p>	<p>УО, ДИ, К-3, К/ Р, Д, К</p>	<p>Базовый уровень: способен воспроизводить полученные знания в ходе текущего контроля Повышенный уровень: практическое применение полученных знаний в процессе выполнения лабораторных работ, в проектной деятельности.</p>
------	--	---	---------------------------------------	--	---

<p>ПК-6</p>	<p>способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействи и с окружающей средой, полями и излучениями</p>	<p>знать: особенности тонкой структуры материалов взаимосвязь микро- и нано-структуры и свойств материалов особенности взаимодействия материалов с полями и излучениями номенклатуру рентгеновских установок и электронных микроскопов уметь: оценивать влияние микро- и нано-структуры на свойства материалов; оценивать взаимодействия материалов с полями и излучениями владеть: - современными методиками оценки влияния микро- и нано-структуры на свойства материалов</p>	<p>лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия</p>	<p>УО, ДИ, К-3, К/ Р, ,</p>	<p>Базовый уровень - способен использовать полученные знания о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями и излучениями в стандартных учебных ситуациях, воспроизводить полученные знания в ходе текущего контроля</p> <p>Повышенный уровень - способен использовать на практике современные представления о микро- и нано-структуре материалов, применяя современные методики оценки влияния микро- и нано-структуры на свойства материалов, взаимодействии с окружающей средой, полями и излучениями</p>
--------------------	---	--	--	---	---

Таблица 3 Паспорт ФОС по дисциплине "Теория строения материалов"

Код компетенции	Элементы компетенции (части компетенции)	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины по рабочей программе	Периодичность контроля	Виды контроля	Способы контроля	Средства контроля
ПК-4 способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации;	Знания 1. Закономерности физических и химических процессов, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; 2. Физические основы методов рентгенографии и электронной микроскопии как инструмента исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов)	<i>Строение кристаллических материалов</i> <i>Диаграммы состояния двойных и тройных систем</i> <i>Фазовые и структурные превращения в системе железо-углерод. Тема</i> <i>Метастабильные структуры</i> <i>Строение неметаллических материалов</i>	Текущий (после завершения изучения темы) Промежуточная аттестация (по окончании семестра)	Экзамен Деловая (ролевая) игра коллоквиум Контрольная работа;	Письменно, устно	Экзаменационные билеты Задания контр. Раб. Доклад
	Умения 1. Применять в практической деятельности методы металлографического, рентгенографического и электронно-микроскопического исследования при анализе, диагностике свойств веществ (материалов),	<i>Методы рентгеноструктурного анализа.</i> <i>Электронно-микроскопические методы исследования материалов</i> <i>Строение кристаллических материалов</i> <i>Теория сплавов</i>	Текущий (на каждой лабораторной работе) Промежуточная аттестация (по окончании семестра)	Кейс-задачи дискуссия коллоквиум Контрольная работа; Экзамен Деловая (ролевая) игра	Письменно, устно	Отчет по лаб раб. Задания по кейс-задам доклад Экзаменационные билеты Задания контр. Раб.

	2.Использовать в исследованиях и расчетах знания о физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации;	<i>Метастабильные состояния</i> <i>Строение неметаллических материалов</i>				
	Навыки: 1. Владеть методиками структурного анализа при использовании методов металлографии, рентгенографии и электронной микроскопии	<i>Методы рентгеноструктурного анализа.</i> <i>Электронно-микроскопические методы исследования материалов</i> <i>Строение кристаллических материалов</i> <i>Строение неметаллических материалов</i>	Текущий (на каждой лабораторной работе) Промежуточная аттестация (по окончании семестра)	Кейс-задачи Лаб.раб.	устно	Отчет по лаб раб. Задания по кейс-задачам
ПК-5; готовность выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации;;	Знания 1. Возможности и ограничения различных методов структурного анализа 2. Основные принципы интерпретации экспериментальных результатов, полученных методами структурного анализа 3. Номенклатура рентгеновских установок и электронных и оптических микроскопов	<i>Рентгеноструктурные и электронно-оптические методы анализа вещества в современном материалооведении.</i> <i>Методы рентгеноструктурного анализа.</i> <i>Электронно-микроскопические методы исследования материалов</i> <i>Экспериментальные методы изучения материалов</i> <i>Строение кристаллических материалов</i>	Текущий (после завершения изучения темы) Промежуточная аттестация (по окончании семестра)	Кейс-задачи дискуссия коллоквиум Контрольная работа; Экзамен Деловая (ролевая) игра	Письменно, устно	Дискуссия Экзаменационные билеты Задания контр. Раб.

		Строение неметаллических материалов				
	<p>Умения</p> <p>1. Оценивать эффективность использования различных методов структурного анализа</p> <p>2. Интерпретировать результаты металлографических, электронномикроскопических и рентгенографических исследований</p>	<p>Методы рентгеноструктурного анализа. Рентгеноструктурные и электронно-оптические методы анализа вещества в современном материалооведении.</p> <p>Электронно-микроскопические методы исследования материалов</p> <p>Строение кристаллических материалов</p> <p>Строение неметаллических материалов</p>	<p>Текущий (на каждой лабораторной работе)</p> <p>Промежуточная аттестация (по окончании семестра)</p>	<p>Кейс-задачи</p> <p>дискуссия</p> <p>коллоквиум</p> <p>Контрольная работа;</p> <p>Экзамен</p> <p>Деловая (ролевая) игра</p>	<p>Письменно, устно</p>	<p>Отчет по лаб раб.</p> <p>Задания по кейс-задачам</p> <p>доклад</p> <p>Экзаменационные билеты</p> <p>Задания контр. Раб.</p>
	<p>Навыки:</p> <p>1. Владеть методиками металлографических электронномикроскопических и рентгенографических исследований</p>	<p>Методы рентгеноструктурного анализа. Рентгеноструктурные и электронно-оптические методы анализа вещества в современном материалооведении. Электронно-микроскопические методы исследования материалов Строение кристаллических материалов Строение неметаллических материалов</p>	<p>Текущий (на каждой лабораторной работе)</p> <p>Промежуточная аттестация (по окончании семестра)</p>	<p>Кейс-задачи</p> <p>Лаб.раб.</p>	<p>устно</p>	<p>Отчет по лаб раб.</p> <p>доклад</p> <p>Задания по кейс-задачам</p>

<p>ПК-6 способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями и излучениями;</p>	<p>Знания</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Особенности тонкой структуры материалов 2. Взаимосвязь микро- и нано-структуры и свойств материалов 3. Особенности взаимодействия материалов с полями и излучениями 	<p><i>Строение кристаллических материалов</i> <i>Теория сплавов</i> <i>Метастабильные структуры</i> <i>Строение неметаллических материалов</i> <i>Рентгеноструктурные и электронно-оптические методы анализа вещества в современном материаловедении.</i> <i>Методы рентгеноструктурного анализа.</i></p> <p><i>Электронно-микроскопические методы исследования материалов</i></p>	<p>Текущий (после завершения изучения темы)</p> <p>Промежуточная аттестация (по окончании семестра)</p>	<p>Доклад Кейс-задачи дискуссия коллоквиум Контрольная работа;</p> <p>Экзамен Деловая (ролевая) игра</p>	<p>Письменно, устно</p>	<p>Экзаменационные билеты</p> <p>Задания контр. Раб.</p> <p>Задания по кейс-задачам</p>
	<p>Умения</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Оценивать влияние микро- и нано-структуры на свойства материалов; 2. Оценивать взаимодействия материалов с полями и излучениями 	<p><i>Строение кристаллических материалов</i> <i>Теория сплавов</i> <i>Метастабильные структуры</i> <i>Строение неметаллических материалов</i> <i>Рентгеноструктурные и электронно-оптические методы анализа вещества в современном материаловедении.</i> <i>Электронно-микроскопические методы исследования материалов</i> <i>Методы</i></p>	<p>Текущий (на каждой лабораторной работе)</p> <p>Промежуточная аттестация (по окончании семестра)</p>	<p>Кейс-задачи дискуссия коллоквиум Контрольная работа;</p> <p>Экзамен Деловая (ролевая) игра</p>	<p>Письменно, устно</p>	<p>Отчет по лаб раб.</p> <p>Задания по кейс-задачам</p> <p>Экзаменационные билеты</p> <p>Задания контр. Раб.</p>

		<i>рентгеноструктурного анализа.</i>				
	<p>Навыки:</p> <p>1. Владеть современными методиками оценки влияния микро- и нано- структуры на свойства материалов</p>	<p><i>Строение кристаллических материалов</i> <i>Теория сплавов</i> <i>Метастабильные структуры</i> <i>Строение неметаллических материалов</i></p> <p><i>Электронно-микроскопические методы исследования материалов</i> <i>Методы рентгеноструктурного анализа.</i></p>	<p>Текущий (на каждой лабораторной работе) Промежуточная аттестация (по окончании семестра)</p>	<p>Лаб.раб. Кейс-задачи</p>	<p>устно</p>	<p>Отчет по лаб раб. Задания по кейс-задам</p>

Экзаменационные билеты

1. Назначение: Используются для проведения промежуточной аттестации по дисциплине **"Теория строения материалов "**

2. В билет включено три задания:

Задание 1. Вопрос для проверки теоретических знаний: Темы 1-7

Задание 2. Вопрос для проверки теоретических знаний: Темы 8-11

Задание 3. Задача для проверки умения применять теоретические знания;

3. Комплект экзаменационных билетов включает 20 билетов.

4. Регламент экзамена: - Время на подготовку тезисов ответов - до 40 мин

- Способ контроля: устные ответы.

5. Шкала оценивания:

"Отлично"- если студент глубоко и прочно освоил весь материал программы обучения, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при изменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения.

"Хорошо"- если студент твёрдо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

"Удовлетворительно" - если студент освоил только основной материал программы, но не знает отдельных положений, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность изложения программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

"Неудовлетворительно" - если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьёзные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания.

Каждое задание экзаменационного билета оценивается отдельно. Общей оценкой является среднее значение, округлённое до целого значения.

Список вопросов к экзамену и соответствующие коды компетенций:

1. Жидкое, аморфное и кристаллическое состояние системы. Особенности строения. (ПК-4,
2. Типы связей между атомами. Условия атомного равновесия в кристаллической решётке. (ПК-4, ПК-6)
3. Понятие элементарной ячейки, характеристики кристаллической решётки. (ПК-4, ПК-6)
4. Пространственные решётки (решётки Браве). (ПК-4, ПК-6)
5. Символы Германна - Мобена для пространственных решёток. (ПК-4, ПК-6)
6. Базис кристаллической решётки. (ПК-4, ПК-6)
7. Принцип плотнейшей упаковки. (ПК-4, ПК-6)
8. Элементы симметрии кристаллов. (ПК-4, ПК-6)

9. Кристаллографические плоскости и их индексирование. (ПК-4, ПК-6)
 10. Нульмерные (точечные) дефекты кристаллического строения. (ПК-4, ПК-6)
 11. Равновесная концентрация вакансий, подвижность вакансий, сток вакансий, комплексы вакансий. (ПК-4, ПК-6)
 12. Межузельные атомы. Примесные атомы. (ПК-4, ПК-6)
 13. Рентгеновская дифрактометрия (ПК-5)
 14. Краевые, винтовые дислокации: отличие, характеристики. Вектор Бюргерса. источник Франка - Рида. (ПК-4, ПК-6)
 15. Растровая электронная микроскопия (ПК-5)
 16. Движение дислокаций: скольжение, переползание. (ПК-4, ПК-6)
 17. Взаимодействие дислокаций друг с другом и другими дефектами строения, атмосферы Котрелла. (ПК-4, ПК-6)
 18. Плотность дислокаций, аннигиляция дислокаций, влияние различных факторов на плотность дислокаций. (ПК-4, ПК-6)
 19. Границы зёрен и субзёрен (поверхностные дефекты), виды границ, большеугловые и малоугловые границы, их строение, когерентные и некогерентные границы. (ПК-4, ПК-6)
 20. Основные принципы рентгеноспектрального анализа вещества. (ПК-5)
 21. Диффузия в металлах и сплавах, её механизмы и характеристики. Коэффициент диффузии D . (ПК-4, ПК-6)
 22. Оптическая схема электронного микроскопа. Режимы микродифракции и изображения. (ПК-5)
 23. Механизм фазовых превращений. Необходимые условия превращения. (ПК-4, ПК-6)
 24. Гомогенные и гетерогенные зарождения новой фазы. (ПК-4, ПК-6)
 25. Кристаллизация металлов и сплавов. Механизм кристаллизации, условия, необходимые для прохождения процесса, характеристики процесса (ЧЦК, ЛСР). (ПК-4, ПК-6)
 26. Полиморфные превращения в металлах и сплавах. Механизмы превращения (нормальный и мартенситный), особенности превращения, видманштеттова структура. (ПК-4, ПК-6)
 27. Рост кристаллов (зерна) при нагреве. Механизм, условия равновесия. (ПК-4, ПК-6)
 28. Понятия фаза, структурная составляющая. Фаза в металлических системах (твёрдые растворы, химические соединения, промежуточные фазы), условия их образования. (ПК-4, ПК-6)
 29. Диаграммы фазового равновесия двойных и тройных систем. Методы построения диаграмм, вариантность системы, правило смежных областей. (ПК-4, ПК-6)
 30. Диаграммы состояния с неограниченной растворимостью. (ПК-4, ПК-6)
 31. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) в металловедении. (ПК-4, ПК-5, ПК-6)
 32. Тройные диаграммы. Концентрационный треугольник. (ПК-4, ПК-6)
 33. Политермические и изотермические разрезы тройных диаграмм. (ПК-4, ПК-6)
 34. Диаграммы состояния железо - углерод. Метастабильная и стабильная диаграммы. Характеристика фаз и структурных составляющих системы. Нонвариантное равновесие в системе. (ПК-4, ПК-6)
 35. Структурообразование в сталях с различным содержанием углерода. Влияние количества углерода на структуру и свойства стали. (задача) (ПК-4, ПК-6)
 36. Структурообразование в белых чугунах. Классификация чугунов по содержанию углерода (по составу).(задача) (ПК-4, ПК-6)
-
37. Диаграмма изотермического распада переохлаждённого аустенита. (ПК-4, ПК-6)
 38. Метастабильные структуры стали - бейнит, мартенсит. Особенности структуры. (ПК-4, ПК-6)
 39. Мартенсит. Морфологические типы мартенсита. Особенности строения. (ПК-4, ПК-6)
 40. Координационное число для ГЦК, ОЦК, ГПУ решёток.(задача) (ПК-4, ПК-6)
 41. Коэффициент заполнения для ОЦК и ГЦК решёток.(задача) (ПК-4, ПК-6)
 42. Октаэдрические и тетраэдрические поры в ГЦК и ОЦК решётках. (ПК-4, ПК-6)

43. Направления в кристалле и их индексирование в кубических решётках.(задача) (ПК-4, ПК-6)
44. Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию металлов и сплавов (ПК-4, ПК-6)
45. Торможение дислокаций. Взаимодействие дислокаций с дисперсными частицами. (ПК-4, ПК-6)
46. Диаграммы состояния с ограниченной растворимостью и отсутствием растворимости в твёрдом состоянии. (ПК-4, ПК-6)
47. Диаграммы состояния с промежуточными фазами. (ПК-4, ПК-6)
48. Диаграммы состояния с монотектическим превращением. (ПК-4, ПК-6)
49. Керамические материалы. Общая характеристика. (ПК-4, ПК-6)
50. Строение полимеров, фазовые переходы в полимерах(ПК-4, ПК-6)
51. Металлографический метод: возможности и ограничения. (ПК-4, ПК-5, ПК-6)
52. Роль рентгеноструктурных и электронно-оптических методов анализа вещества в современном материаловедении. (ПК-4, ПК-5, ПК-6)
53. Общая характеристика методов структурного анализа. (ПК-4, ПК-5, ПК-6)
54. Расчет равновесной концентрации вакансий для заданной температуры(ПК-4, ПК-6)
55. По представленной микроструктуре определить тип стали и количество углерода в ней(ПК-4, ПК-5, ПК-6)
56. Определение марки углеродистой стали по представленной микроструктуре. (ПК-4, ПК-5, ПК-6)
57. Дать характеристику стали, структура которой представлена на микрофотографии. (ПК-4, ПК-5, ПК-6)
58. Дать характеристика чугуна, структура которого представлена на микрофотографии. (ПК-4, ПК-5, ПК-6)
59. Охарактеризовать структуру, представленную на электронной микрофотографии. (ПК-4, ПК-5, ПК-6)
60. Охарактеризовать дислокационную структуру, представленную на электронной микрофотографии. (ПК-4, ПК-5, ПК-6)

Деловая (ролевая) игра

1. Тема «Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов»

2. **Концепция игры.** В ходе деловой (ролевой) игры имитируются реальные условия, отрабатываются конкретные специфические операции, моделируется соответствующий рабочий процесс.

***Краткий сценарий.** Содержание игры. На производственном предприятии возникла проблема ухудшения свойств, характеризующих жаропрочность сплава ЭП-227.Лопатки турбин, выполненные из него, выходят из строя. Представитель предприятия в качестве заказчика обратился в научно-исследовательскую лабораторию и сформулировал проблему. Лаборатория в лице исполнителей выполнила структурные исследования методом электронной микроскопии. Исполнители обнаружили изменения морфологии частиц упрочняющей фазы при изменении температуры испытаний на длительную прочность и доложил результаты начальнику лаборатории. Руководители исследовательской лаборатории сделали замечания, сформулировали причины разупрочнения. На встрече с заказчиком руководитель лаборатории доложил результаты работы и обсудил пути решения проблемы. Заказчик должен задать вопросы и убедиться, что проблема решена.*

3.Роли:

- 1- Заказчики работы (3-4 человека) формулируют проблему и принимают работу лаборатории, участвуя в обсуждении результатов исследования с руководителями лаборатории и исполнителями, соглашаются или нет с предложенными рекомендациями
- 2- Руководители научно-исследовательской работы и его заместитель (3-4 человека) – осуществляют постановку эксперимента: обсуждают между собой пути решения проблемы, приходят к общему мнению касательно постановки эксперимента, необходимости структурных исследований, дают задание исполнителям, формулируют рекомендации заказчику
- 3- Исполнители работы (3-4 человека) – анализируют электронно-микроскопические изображения структуры жаропрочных сплавов при различных режимах термической обработки, интерпретируют изменения электронно-микроскопических изображений частиц упрочняющей фазы

4. Ожидаемый результат:

Формирование профессиональных компетенций в условиях имитации реальных условий при отработке конкретных специфических операций, моделировании соответствующего рабочего процесса.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если, он показал умение интерпретировать изображения ПЭМ, пользуясь полученными теоретическими знаниями, принимал активное участие в обсуждении результатов, обосновывал свою точку зрения;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не смог интерпретировать изображение и не принимал активного участие в обсуждении, не обосновывал свою точку зрения .

Кейс-задача

Навыки интерпретации микроструктуры необходимы исследователю, изучающему структуру и свойства материалов и их взаимосвязь. Представленные кейс-задачи моделируют профессионально- ориентированную ситуацию.

Кейс-задача 1

Задания для защиты лабораторных работ по теме «Применение оптической микроскопии для решения задач материаловедения»: *«Однофазные и многофазные структуры»*

1. Интерпретировать изображения структуры, полученной в металлографическом микроскопе, образцов латуней с различным содержанием цинка,;
2. Интерпретировать изображения структуры, полученной в металлографическом микроскопе, образцов сталей с различным содержанием углерода;

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он провел анализ микрофотографий, сделал вывод о характере микроструктуры, показал умение интерпретировать изображения, пользуясь полученными теоретическими знаниями;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он смог провести анализ микрофотографий, не сделал вывод о характере микроструктуры, не показал умение интерпретировать изображения микроструктуры.

Кейс-задача 2

Задания для защиты лабораторных работ по теме «Применение просвечивающей электронной микроскопии для решения задач материаловедения»: «Выявление особенностей тонкой структуры материалов с использованием изображений ПЭМ».

1. Интерпретировать электронно-микроскопические изображения структуры образцов металлов, содержащих дислокации;
2. Интерпретировать электронно-микроскопические изображения структуры образцов металлов, содержащих большеугловые границы зерен;
3. Интерпретировать электронно-микроскопические изображения мартенситной структуры в образцах различных сталей;

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он провел анализ микрофотографий, сделал вывод о характере дефектов кристаллической решетки, показал умение интерпретировать изображения ПЭМ, пользуясь полученными теоретическими знаниями;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он смог провести анализ микрофотографий, не сделал вывод о характере дефектов кристаллической решетки, не показал умение интерпретировать изображения ПЭМ

Вопросы для коллоквиумов

Тема: Дефекты кристаллического строения. Поверхностные дефекты (ПК-4, ПК-6)

1. Теории строения большеугловых границ зерен.
2. Малоугловые границы.
3. Когерентные границы.

Тема: Фазы в металлических системах (ПК-4, ПК-6)

1. Электронные соединения.
2. Интерметаллиды; их роль в упрочнении жаропрочных сплавов.
3. Структура промежуточных фаз. Кристаллические решетки карбидов.

Тема: Растровая электронная микроскопия (РЭМ) (ПК-4, ПК-5, ПК-6)

1. Физические основы метода РЭМ
2. Принципы работы РЭМ.
3. Анализ изображений, полученных в РЭМ.
4. Задачи, решаемые РЭМ.

Тема: Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) (ПК-4, ПК-5, ПК-6)

1. Физические основы метода ПЭМ.
2. Оптическая схема ПЭМ.
3. Увеличение и разрешение ПЭМ.
4. Режимы дифракции и изображения в ПЭМ.
5. Анализ микроэлектроннограм.
6. Формирование контраста в ПЭМ. изображения.
7. Светлопольные и темнопольные
8. Изображения дефектов кристаллической решетки (дислокации, границы зерен и т.д.).
9. Прямое разрешение кристаллической решетки.
10. Интерпретация электронномикроскопического контраста.
11. Задачи, решаемые ПЭМ.

Критерии оценки:

-оценка «отлично» выставляется, если студент ответил правильно на все вопросы коллоквиума, достаточно глубоко и прочно освоил материал данного раздела программы обучения, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его изложил, привел соответствующие примеры, подтверждающие изложенные положения.

-оценка «хорошо» выставляется, если студент твердо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы.

-оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент освоил только основной материал раздела курса, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки.

-оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьезные ошибки, не ответил на более половины вопросов.

Задания для контрольной работы

Контрольная работа (образец)

Тема Механизмы упрочнения металлов (ПК-4, ПК-6)

Вариант 1

Задание 1 Твердорастворное упрочнение.

Задание 2 . Роль величины размера зерен ...

Вариант 2

Задание 1 Дислокационное упрочнение

Задание 2 Роль размера частиц, оказывающих сопротивление движению дислокаций

Вариант 3

Задание 1 Дисперсионное упрочнение частицами фаз, выделяющихся при распаде пересыщенных твердых растворов

Задание 2 Роль примесей и легирующих элементов.

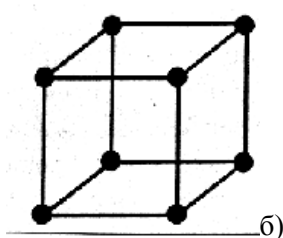
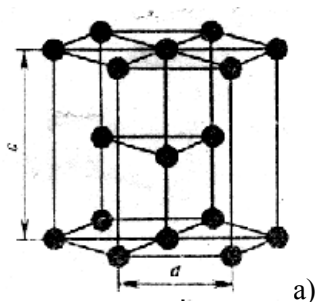
Контрольная работа в виде бланкового тестирования

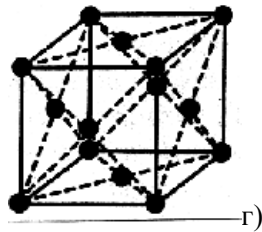
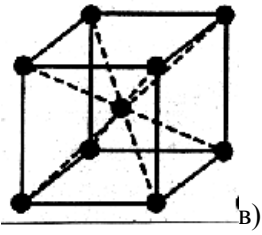
Ниже приведены в качестве примера варианты индивидуальных заданий контрольной работы по теме *Кристаллическое строение материалов. (ПК-4, ПК-6)*. Такие индивидуальные задания для контрольных работ разработаны по темам дисциплины 1-6

Вариант 1

1. Задание.

ОЦК (объемноцентрированная кубическая) кристаллическая решетка представляет собой... и имеет обозначения пространственной группы... (символы Германа-Мобэна)





2. Задание.

Точечные дефекты кристаллического строения...

- А) имеют небольшие размеры в одном направлении и большие - в двух других
- Б) малы в двух направлениях и велики - в третьем
- В) во всех трех измерениях малы
- Г) во всех трех измерениях имеют одинаковую протяженность

3. Задание.

Двойное поперечное скольжение могут осуществлять... дислокации

4. Задание.

Элемент симметрии 1 является...

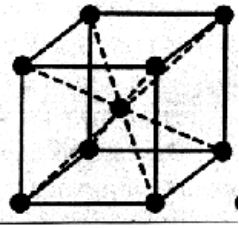
5. Задание.

Записать формулу определения коэффициента заполнения в ГЦК решетке

Вариант 2

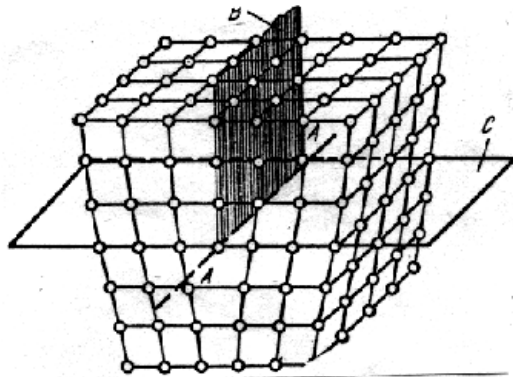
1. Задание.

Назвать тип кристаллической решетки и определить координационное число



2. Задание.

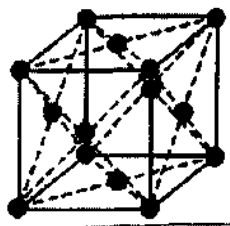
Дефект кристаллической решетки, вызванный наличием в ней лишней полуплоскости, называется...



- А) вакансией
- Б) дислокацией
- В) границей зерна
- Г) примесным атомом

3. Задание.

Число атомов, приходящихся на элементарную ячейку в ГЦК решетке, составляет...



- А) 0
- Б) 1
- В) 4
- Г) 5

Д) 10

4. Задание.

Сложные решетки всегда имеют...

5. Задание.

Элемент симметрии 4 является...

-оценка «отлично» выставляется, если студент ответил правильно на все вопросы варианта, достаточно глубоко и прочно освоил материал данного раздела программы обучения.

-оценка «хорошо» выставляется, если студент твёрдо знает программный материал, не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы варианта.

-оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент освоил только основной материал раздела курса, но допускает неточности.

-оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьёзные ошибки, не ответил на вопросы своего варианта

Перечень дискуссионных тем для круглого стола

(дискуссии, полемики, диспута, дебатов)

Дискуссия как оценочное средство позволяет включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.

1. Тема занятия: Микроструктурный анализ металлов и сплавов. *Тема дискуссии:* «Возможности и ограничения метода металлографии» **(ПК-4, ПК-5, ПК-6)**

2. Тема занятия: Полиморфизм в металлах. *Тема дискуссии:* «Методы изучения» **(ПК-4, ПК-5, ПК-6)**

3. Тема занятия: Сравнительная оценка методов структурного анализа материалов.

Тема дискуссии: «Оснащение научно- исследовательской лаборатории оборудованием с учетом возможностей обсуждаемых методик, задач, стоящих перед лабораторией и примерной стоимости соответствующего оборудования» **(ПК-4, ПК-5, ПК-6)**

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он принимал активное участие в дискуссии, обосновывал свою точку зрения, например, сумел раскрыть суть проблемы, показал знания обсуждаемых методов и методик;

- оценка "не зачтено" выставляется студенту, если он не принимал активного участие в дискуссии, не мог обосновать свою точку зрения, не смог раскрыть суть проблемы и обсуждаемых методов и методик.

Темы докладов

Раздел дисциплины

Рентгеноструктурные и электронно-оптические методы анализа вещества в современном материаловедении. (ПК-4, ПК-5, ПК-6)

1. Роль рентгеноструктурных и электронно-оптических методов анализа вещества в современном материаловедении.
2. История открытия рентгеновских лучей.
3. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество.
4. Рентгенотехника.
5. Рентгеновские трубки.
6. Количественный рентгеноструктурный анализ.
7. Материаловедческие задачи, решаемые методом рентгеноструктурного анализа
8. Количественный рентгеноструктурный анализ.
9. Рентгеноструктурный анализ закаленной стали.
10. Современные электронные микроскопы.
11. Растровая электронная микроскопия.
12. Материаловедческие задачи, решаемые методом растровой электронной микроскопии
13. Оже-микроскопия
14. Рентгеноспектральный анализ
15. Дифракционный контраст на дефектах кристаллической структуры.
16. Особенности электронно-микроскопических изображений границ зерен.
17. Анализ электронно-микроскопических изображений мартенситных кристаллов.
18. Фазовый контраст в электронной микроскопии.
19. Абсорбционный контраст в электронной микроскопии.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он сумел раскрыть суть проблемы, показал знания методов и методик структурного анализа;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не смог раскрыть суть проблемы, не показал знания методов и методик структурного анализа.