Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 03.10.2023 15:03:54
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

24

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Декан факультета машиностроения**

**_____ /Е.В. Сафонов/**

**«15» сентября 2022 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дифракционные методы исследования материалов**

Направление подготовки

**22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»**

Профиль подготовки

**«Перспективные материалы и технологии»**

Квалификация (степень) выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Москва 2022 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 составила
доцент, к.ф.-м.н. _____ Т.Ю.Скакова

Программа дисциплины «Дифракционные методы исследования материалов» по направлению подготовки 22.03.01

«Материаловедение и технологии материалов» утверждена на заседании кафедры

«Материаловедение»

«23» 06 2022г протокол № 11

Зав. кафедрой _____ /В.В.Овчинников /

Программа согласована с руководителем образовательной программы
_____ /С.В. Якутина/

«23» 06 2022г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета

Машиностроения

Председатель комиссии _____ /А.Н.Досаев/

«13» 09 2022г. Протокол № 14-02

| | |
|---|---|
| Присвоен регистрационный номер: | **22.03.01.01/01.2022. 24** |

**1.Цели освоения дисциплины**

К **основным целям** освоения дисциплины «*Дифракционные методы исследования материалов*» следует отнести:

– формирование знаний о современных рентгенографических и электронно-микроскопическихметодах структурного анализа материалов для решения материаловедческих задач

– 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 металлах и сплавах методами структурного анализа.

К **основным задачам** освоения дисциплины «*Дифракционные методы исследования материалов*» следует отнести:

– освоение методик структурного анализа материалов с применениемметодов рентгенографии и электронной микроскопии и основ анализа экспериментальных данных, полученных методами рентгенографии и электронной микроскопии

## 2.Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

В учебном плане дисциплина «*Дифракционные методы исследования материалов*» относится к числу дисциплин обязательной частии дает студентам знания осовременных методах исследования макро-, микро и тонкой структуры материалов, актуальных методиках структурного анализа материалов с применением рентгенографии и электронной микроскопии.

Курс «*Дифракционные методы исследования материалов*» основывается на знаниях, полученных из курсов: «Физика», «Неорганическая и органическая химия», «Высшая математика», «Теория строения материалов» Знание курса «*Дифракционные методы исследования материалов*» необходимо для овладения такими дисциплинами, как «Наноматериалы», «Специальные главы материаловедения», кроме того, сведения, излагаемые в курсе «*Дифракционные методы исследования материалов*», необходимы для выполнения студентами выпускной квалификационной работы.

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

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **УК-1** | способностью осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие<br>ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи<br>ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки |
| **ОПК-4** | способностью проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные | ИОПК-4.1. Знает устройство приборов, оборудования и методики проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности<br>ИОПК-4.2. Умеет проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные<br>ИОПК-4.3. Имеет навыки проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, обработки и представления экспериментальных данных |

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных единицы, т.е. **144** академических часов (из них 90 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины изучаются на третьем курсе впятомсеместре.

**Пятый 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 «*Дифракционные методы исследования материалов*» по срокам и видам работы изложены в Приложении А

## 4. Структура и содержание дисциплины.

**Содержание разделов дисциплины.**

**Тема 1.** ***Введение. Предмет курса. Роль дифракционных методов анализа материалов в современном металловедении***. Проблемы материаловедения, связанные с изучением атомно-кристаллического строения. Связь рентгенографии, нейтронографии и электронографии со структурной кристаллографией и физикой твердого тела.
Требования техники безопасности при рентгеновских исследованиях. Контроль качества деталей.

**Тема2.** ***Физика рентгеновских лучей.***
Свойства рентгеновских лучей. Основные закономерности сплошного и характеристических спектров. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество. Поглощение рентгеновских лучей. Вторичное характеристическое излучение. Методы регистрации проникающих излучений. Основные принципы рентгеноспектрального анализа вещества.

**Тема 3.** ***Основные уравнения дифракции рентгеновских лучей и характеристики методов структурного анализа.***
Основные уравнения дифракции рентгеновских лучей. Интерференция рентгеновских лучей, рассеянных трехмерной решеткой. Уравнение Вульфа-Брегга. Сфера отражения. Условия отражения рентгеновских лучей. Характеристика основных методов рентгеноструктурного анализа с использованием представления об обратной решётке: - метод Лауэ, - метод вращающегося кристалла; - метод поликристаллов.

**Тема 4.** ***Методы рентгеноструктурного анализа.***
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.

**Тема 5.** ***Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию металлов и сплавов.***
Прецизионное определение периода кристаллической решетки. Рентгенографическое исследование твердых растворов и определение границы растворимости. Анализ напряжений. Определение величины микродеформаций кристаллической решетки по уширению интерференционных линий. Определение размера частиц (областей когерентного рассеяния - ОКР). 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. Распад мартенсита при отпуске стали. Исследование преимущественных ориентировок (текстур)

**Тема 6.** ***Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов.***
Растровая электронная микроскопия. Задачи, решаемые методом растровой электронной микроскопии. Формирование контраста в растровом электронном микроскопе. Возможности и ограничения метода. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) в металловедении. 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 «*Дифракционные методы исследования 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 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 семестра одного доклада с презентацией;

- выступление каждого студента с докладом в форме презентации с использованием деловых игр, дискуссий;

- защита лабораторных работ с использованием деловых игр, кейс-задач

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме контрольных работ

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Методы структурного анализа» и в целом по дисциплине составляет 50% 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.

- доклад по теме: «Методики дифракционных методов исследования материалов» (индивидуально для каждого обучающегося);

- подготовка и выступление на аудиторном занятии с презентацией и обсуждением на тему «Методики дифракционных методов исследования материалов» (индивидуально для каждого обучающегося);

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:
- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация.

### 6.1. Организация и порядок проведения текущего контроля.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать |
|---|---|
| **УК-1** | способностью осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, |

| | |
|---|---|
| | применять системный подход для решения поставленных задач |
| **ОПК-4** | способностью проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные |

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.

**6.1.1. Формы проведения контроля.**

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы:*, контрольные работы, доклады с обязательной презентацией, защита лабораторных работ.*
Оценочные средства текущего контроля успеваемости и освоения обучающимися разделов дисциплины включают контрольные вопросы и задания для контрольных работ, темы докладовс обязательной презентацией

Содержание форм текущего контроля (тем докладов, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов), и порядок их применения изложены в приложении к рабочей программе «Фонд оценочных средств»

***Успешно прошедшими текущий контроль считаются студенты:***

***- выполнившие и оформившие все 6 лабораторных работы (перечень этих работ имеется в Приложении А к настоящей учебной программе); по итогам выполнения и оформление лабораторных работ студент получает зачет за каждую лабораторную работу; отметка озачете проставляется преподавателем в его журнале;***

***- успешно написавшие 4 контрольные работы (приведены в Фонде оценочных средств данной рабочей программы) контрольная работа пишется по вариантам, содержит 2 вопроса , зачет по контрольной работе студент получает в случае правильных ответов на оба вопроса; отметка о зачете проставляется преподавателем в его журнале;***

***- подготовившие доклад по темам, предложенным преподавателем (темы докладов имеются в приложении «Фонд оценочных средств» и соответствующую презентацию. А также выступившие на семинарском занятии с докладом по данной теме.Отметка о выполнении данного пункта текущейаттестациипроставляется преподавателем в его журнале.***

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

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

| **УК-1**<br><br>Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Показатель** | **Критерии оценивания** | | | |
| | **2** | **3** | **4** | **5** |
| ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний:анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющиеДопускаются 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:анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие,<br><br>но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний:анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие |
| ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений:осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | задачиДопускаются значительные 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. | информацию, требуемую для решения поставленной задачидеятельности<br><br>Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки | Обучающийся не рассматривает и не предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки | Обучающийся частично рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки | Обучающийся рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки | Обучающийся в полном объеме рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки |
| **ОПК-4**. Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные | | | | |
| − знать: устройство приборов, оборудования и методики проведенияиз | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: устройство приборов, | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: устройство приборов, оборудования и методики проведенияизмерений и | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний:устройствоприборов, оборудования и методики | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: устройство |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| мерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности | оборудования и методики проведенияизмерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности | наблюдений в сфере профессиональной деятельности<br>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | проведенияизмерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности,<br>но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | приборов, оборудования и методики проведенияизмерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, свободно оперирует приобретенным и знаниями. |
| − уметь: проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеетпроводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений:проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные<br>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:проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные<br>Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные<br>.<br>Свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| − иметь навыки: проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, обработки и представления экспериментальных данных | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеетнавыкамипроведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, обработки и представления экспериментальных данных | Обучающийся владеет навыками проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, обработки и представления экспериментальных данных, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет методиками 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 навыками проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, обработки и представления экспериментальных данных, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

***Форма промежуточной аттестации: экзамен.***

*К промежуточной аттестации студенты должны выполнить все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Дифракционные методы исследования материалов»* ***-успешно прошли промежуточный контроль (см. выше)****: успешно написали контрольные работы, выполнили и защитили лабораторные и практическиеработы, подготовили доклад и презентацию, выступили с докладом*.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по билетам в форме устного экзамена. Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета приведены в приложении «Фонд оценочных средств». Экзаменационный билет содержит 2 вопроса. Первый – по темам 1-4, второй по темам 5-6. На подготовку отводится не более 40 минут. Ответ в устной форме.

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».

| ***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**

**1.Горелик С.С, Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н..** Рентгенографический и электронно-оптический анализ :учеб. пособие для вузов. / - М.: МИСИС, 2002
**2.Т.Ю.Скакова, Е.В.Лукьяненко, С.В.Якутина** Строение материалов ч.1Атомно-кристаллическое строение материалов. Учебное пособие.-М. «Научная книга», 2019, 89с
**3.Т.Ю.Скакова,И.А.Курбатова, А.Ю.Омаров** Методы структурного анализа материалов.- Просвечивающая электронная микроскопия. Учебное пособие.- М. «Научная книга», 2019, 56с. 7. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. Горелик С.С.,
**4. Арисова В.Н**., Методы исследования материалов и процессов. Часть2.: учеб.пособие/. – Волгоград, 2008. – 96 с

**б) дополнительная литература**

**1..Скакова Т.Ю., Трифонов Ю.Г.** Методы структурного анализа материалов и контроль качества деталей. Ч. 1: Просвечивающая электронная микроскопия :учеб.-метод. пособие 32-8. / сост. - М.: МГИУ, 2012
**2. Скакова Т.Ю., Трифонов Ю.Г.** Методы структурного анализа материалов и контроль качества деталей. Ч. 2: Просвечивающая электронная микроскопия :метод. указания к выполнению практ. заданий 32-10. / сост. - М.: МГИУ, 2013
3.**Утевский Л.М.** Дифракционная электронная микроскопия в металловедении. Москва, «Металлургия». 1973. 583с.

**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***

***www.twirpx.com***

***http://metall-2006.narod.ru***

***(http://www.iqlib.ru)***
***www.vlab.wikia.com***

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

| | |
|---|---|
| Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1318. 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16 | Столы учебные со стульями, аудиторная доска, переносной проектор, экран, наглядные пособия. Рабочее место преподавателя: стол, стул. Учебное лабораторное оборудование: штангенциркули.; пресс для запрессовки образцов; лупа Бринелля; микрометр.; твердомер ТР.; твердомер ТР5006-02микротвердомер ПМТ-3М.; микроскоп Метам-РВ. . Подсобные помещения: рабочее место инженера –стол, стулья, шкафы для хранения образцов и методических пособий, комплекты образцов. |
| Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1304. 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16 | Столы учебные со стульями, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул Учебное лабораторное оборудование: микроскопы ZASILACZMIKPOSKOPOWYtypTVO 6/20.; твердомер ТР 5006микротвердомеры ПМТ-3М лупы Бринелля.; микроскопы АЛЬТАМИ комплекты образцов для лабораторных работ; шкафы для хранения оборудования и расходных материалов, наглядные пособия. |
| Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1313. 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16 | 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). |

**Другое**

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

**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.

***Вопросы для самоконтроля:***

**1. Введение. Предмет курса. Связь рентгенографии, нейтронографии и электронографии со структурной кристаллографией и физикой твердого тела.**

1. На чём основаны методы структурного анализа?

**2. Физика рентгеновских лучей.**

Как возникает рентгеновское излучение?

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

**3. Методы рентгеноструктурного анализа.**

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?

**4. Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию металлов и сплавов.**

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?

**5. Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов.**

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 «Дифракционные методы исследования 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 |
| | **Пятый семестр** | | | | | | | | | | | | | | |
| | **Пятый семестр** | | | | | | | | | | | | | | |
| **1.1** | ***Введение. Предмет курса.*** .***Основные дифракционные методы исследования структуры материалов.*** Сравнительная характеристика методов структурного анализа. | **5** | 1 | **2** | | | | | | | | | | | |
| **1.2** | *Семинарское занятие*Анализвозможностейсветово | **5** | 1 | | **2** | | **4** | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | й и электронной микроскопии. Преимущества и недостатки метода рентгенографии | | | | | | | | | | | | | | |
| **1.3** | *Лабораторная работа* «Изучение структуры мартенсита в металлических сплавах методом оптической микроскопии и электронной микроскопии» | **5** | 2 | | | **2** | **4** | | | | | | | | |
| 1.4 | ***Физика рентгеновских лучей.*** Свойства рентгеновских лучей. Основные закономерности сплошного и характеристических спектров. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество. Поглощение рентгеновских лучей. Вторичное характеристическое излучение. Методы регистрации проникающих излучений. | 5 | 3 | 2 | | | 4 | | | | | | | | |
| **1.5** | *Семинарское занятие* Требования техники безопасности при рентгеновских исследованиях. Контроль качества деталей. | **5** | **3** | | **2** | | **4** | | | | | | + | | |
| 1.6 | *Лабораторная работа*«Определение ориентировки кристалла по дифракционным картинам» | 5 | 4 | | | 2 | 4 | | | | | | | | |
| 1.7 | ***Физика рентгеновских лучей***. Основные принципы рентгеноспектрального анализа | 5 | 5 | 2 | | | 4 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | вещества | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.8 | *Семинарское занятие.* «Физические основы дифракционных методов структурного анализа. Уравнение Вульфа-Брегга. Сфера отражения» | 5 | 5 | | | | 4 | | | | | | | | |
| 1.9 | *Лабораторная работа*«Определение ориентировки кристалла по дифракционным картинам» (продолжение) | 5 | 6 | 2 | | | 4 | | | | | | + | | |
| **1.10** | ***Рентгеноструктурные и электронно-оптические методы анализа вещества в современном материалооведении.*** Проблемы материаловедения, связанные с изучением атомно- кристаллического строения. Общая характеристика методов структурного анализа. Физические основы методов структурного анализа<br><br>**Выдача тем докладов** | **5** | **7** | | **2** | | **4** | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.11 | *Семинарское занятие «*Особенности дифракционных картин от моно- и поликристаллов» | 5 | 7 | | 2 | | 4 | | | | | | | | |
| **1.12** | *Лабораторная работа* «Изучение структуры малоугловых и большеугловых границ зерен методом электронной микроскопии».<br><br>*1 часть :Малоугловые границы* | **5** | **8** | | | **2** | **4** | | | | | | | | |
| **1.13** | ***Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов.***<br>Растровая электронная микроскопия. Задачи, решаемые методом растровой электронной микроскопии. Формирование контраста в растровом электронном микроскопе. | **5** | **9** | **2** | | | | | | | | | + | | |
| 1.14 | *Семинарское занятие* «Изучение структуры керамик методом растровой микроскопии» | 5 | 9 | | 2 | | 4 | | | + | | | | | |
| 1.15 | *Лабораторная работа* «Изучение структуры малоугловых и большеугловых границ зерен методом электронной микроскопии».<br>*2 часть: Большеугловые границы* | 5 | 10 | | | 2 | 4 | | | | | | | | |
| **1.16** | ***Электронно-микроскопические*** | **5** | **11** | **2** | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ***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. | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.17 | *Семинарское занятие «*Изучение особенностей формирования контраста на дефектах кристаллического строения в электронной микроскопии» | 5 | 11 | | 2 | | 4 | | | | | | | | |
| 1.18 | *Лабораторная работа* «Определение плотности дислокаций по электронно-микроскопическим изображениям» | 5 | 12 | | | 2 | 4 | | | | | | | | |
| **1.19** | ***Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов.*** Решение задач материаловедения методом просвечивающей электронной | **5** | **13** | **2** | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | микроскопии. | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.20 | *Семинарское занятие* «Анализ изображений структуры в электронном микроскопе» | 5 | 13 | | 2 | | 4 | | | | | | | | |
| | *Лабораторная работа* «Анализ и расчет точечной электронограммы». | 5 | 14 | | | 2 | 4 | | | | | | | | |
| **1.21** | ***Методы рентгеноструктурного анализа.*** Свойства рентгеновских лучей. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество. Поглощение рентгеновских лучей. Вторичное характеристическое излучение. Основные принципы рентгеноспектрального анализа вещества.. | **5** | **15** | **2** | | | | | | | | | | | |
| 1.22 | *Семинарское занятие «*Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию металлов и сплавов. | 5 | 15 | | 2 | | 4 | | | | | | | | |
| 1.23 | *Лабораторная работа«*Определение вещества по дифрактограмме». | 5 | 16 | | | 2 | 4 | | | | | | + | | |
| **1.24** | ***Методы рентгеноструктурного анализа.*** Метод поликристаллов. Типы съемок и объект исследования. Рентгеновская дифрактометрия. Прецизионное определение периода кристаллической решетки. Рентгенографическое исследование твердых растворов Изучение | **5** | **17** | **2** | | | **6** | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | процессов, происходящих при термической обработке сплавов. Рентгенографический анализ закаленной стали. Определение содержания углерода в мартенсите и количества остаточного аустенита | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.25 | *Семинарское занятие* «Построение границы растворимости в двухкомпонентной системе методом прецизионного определения периода решетки». | **5** | **17** | | 2 | | **4** | | | | | | | | |
| 1.26 | *Лабораторная работа «*Определение вещества по дифрактограмме»(продолжение) | **5** | **18** | | | **2** | **4** | | | | | | | | |
| | ***Форма аттестации*** | | 19-21 | | | | | | | | | | | **Э** | |
| | Всего часов по дисциплине<br><br>в третьем семестре | | | 18 | 18 | 18 | 90 | | | | | | | | |

Приложение Б

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное 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**

**Форма обучения: очная**

Типы профессиональной деятельности: научно-исследовательский, технологический

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

***Дифракционные методы исследования материалов***

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
Экзаменационные вопросы
Темы коллоквиумов
Темы докладов
Перечень лабораторных работ
Перечень контрольных работ
Деловая (ролевая) игра
Кейс-задачи
Круглый стол (дискуссия)

**Составитель: доцент Т.Ю.Скакова**

Москва, 2022 год

## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

| **Дифракционные методы исследования 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** |
| **ИН-ДЕКС** | **ФОРМУЛ ИРОВ- КА** | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **УК-1**. | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие<br>ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи<br>ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки | лекция, самостоятельная работа, семинарскиезанятия, лабораторная работа | УО, ДИ, К/Р, Д, | **Базовый уровень**<br>-способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задачвстандартных учебных ситуациях<br>**Повышенный уровень**<br>- способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задачвпрофессиональной практической деятельности |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **ОПК-4** | ;.Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные | – знать: устройство приборов, оборудования и методики проведенияизмерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности<br><br>– уметь: проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные<br><br>– иметь навыки: проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, обработки и представления экспериментальных данных | лекция, самостоятельная работа лабораторная работа | УО, ДИ,<br><br>К/Р, Д, | **Базовый уровень:**<br>способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные в процессе выполнения лабораторных работ<br>**Повышенный уровень:**<br>способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данныев проектной деятельности, впрофессиональной практической деятельности |

Таблица 3 Паспорт ФОС по дисциплине "**Дифракционные методы исследования материалов"**

| Код компетенции | Элементы компетенции (части компетенции) | Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины по рабочей программе | Перио дичность контроля | Виды контроля | Способы контроля | Средства контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| **УК-1**. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи | ***Физика рентгеновских лучей.*** ***Основные уравнения дифракции рентгеновских лучей и характеристики методов структурного анализа*** | 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 |
| | | ***Методы рентгеноструктурного анализа.*** | Текущий (на каждой лабораторной | Кейс-задачи дискуссия коллоквиумКонтрольнаяработа; | Письменно, устно | Отчет по лаб раб. Задания по кейс- |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки | ***Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию материалов Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов.*** | работе) Промежуточная аттестация (по окончании семестра) | Экзамен Деловая (ролевая) игра | | задачам<br>доклад Экзаменационные билеты<br>Задания контр. Раб. |
| | | ***Методы рентгеноструктурного анализа. Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию материалов Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов*** | Текущий (на каждой лабораторной работе) Промежуточная аттестация (по окончании семестра) | Кейс-задачи<br>Лаб.раб. | устно | Отчет по лаб раб. Задания по кейс-задачам |
| **ОПК-4**. Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные | − знать: устройство приборов, оборудования и методики проведенияизмерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности | ***Основные уравнения дифракции рентгеновских лучей и характеристики методов структурного анализа. Методы рентгеноструктурного анализа. Применение*** | Текущий (после завершения изучения темы)<br>Промежуточная аттестация (по окончании семестра) | Кейс-задачи дискуссия коллоквиум Контрольная работа;<br>Экзамен Деловая (ролевая) игра | Письменно, устно | Дискуссия<br>Экзаменационные билеты<br>Задания контр. Раб. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ***рентгеноструктурного анализа к исследованию материалов*** ***Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов.*** | | | | |
| | Умения<br><br>− уметь: проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные | ***Основные уравнения дифракции рентгеновских лучей и характеристики методов структурного анализа.*** ***Методы рентгеноструктурного анализа.*** ***Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию материалов*** ***Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов.*** | Текущий (на каждой лабораторной работе) Промежуточная аттестация (по окончании семестра) | Кейс-задачи дискуссия коллоквиум Контрольная работа;<br><br>Экзамен Деловая (ролевая) игра | Письменно, устно | Отчет по лаб раб. Задания по кейс-задачам<br><br>доклад Экзаменационные билеты<br><br>Задания контр. Раб. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Навыки: − иметь навыки: проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, обработки и представления экспериментальных данных | ***Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов. Методы рентгеноструктурного анализа*** | Текущий (на каждой лабораторной работе) Промежуточная аттестация (по окончании семестра) | Кейс-задачи<br>Лаб.раб. | устно | Отчет по лаб раб.<br>доклад<br>Задания по кейс-задачам |

# Вопросы к экзамену

**Экзаменационные билеты**

1. Назначение: Используются для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Дифракционные методы исследования материалов»
2. В билет включено два задания:

Задание 1. Вопрос для проверки теоретических знаний: Темы 1-4

Задание 2. Вопрос для проверки теоретических знаний: Темы 5-6

3. Комплект экзаменационных билетов включает 20 билетов.
4. Регламент экзамена: - Время на подготовку тезисов ответов - до 40 мин
   - Способ контроля: устные ответы, 10 минут на ответ на каждый вопрос
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 ( УК-1. ОПК-4)**

1. Рентгеновская дифрактометрия
2. Ограничения метода растровой электронной микроскопии
3. Основные принципы рентгеноспектрального анализа вещества.
4. Оптическая схема электронного микроскопа. Режимы микродифракции и изображения.
5. Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию металлов и сплавов
6. Металлографический метод: возможности и ограничения
7. Роль рентгеноструктурных и электронно-оптических методов анализа вещества в современном материаловедении.
8. Общая характеристика методов структурного анализа..Охарактеризовать структуру, представленную на электронной микрофотографии.**О**характеризовать дислокационную структуру, представленную на электронной микрофотографии.
9. **У**словие Вульфа - Брегга в дифракционных методах структурного анализа.
10. Метод тёмного поля в электронной микроскопии
11. Рентгеновская трубка.
12. Электронно-микроскопический контраст на дислокациях
13. Количественный фазовый рентгеноструктурный анализ
14. Рентгеновская дефектоскопия в контроле качества металла.
15. Индицирование электронограмм
16. Дифракционная картина от моно- и поликристаллов
17. Физические основы метода ПЭМ**.**
18. Оптическая схема ПЭМ.
19. Увеличение и разрешение ПЭМ.
20. Режимы дифракции и изображения в ПЭМ.
21. Анализ микроэлектронограм.
22. Формирование контраста в ПЭМ. изображения.

**23.** Светлопольные и темнопольныеизображения в ПЭМ
**24.** Изображения дефектов кристаллической решетки (дислокации, границы зерен и т.д.).
**25.** Прямое разрешение кристаллической решетки.
**26.** Интерпретация электронно-микроскопического контраста.
**27.** Задачи, решаемые ПЭМ
**28.** Роль рентгеноструктурных и электронно-оптических методов анализа вещества в современном материаловедении
**29.** История открытия рентгеновских лучей
**30.** Рентгеноструктурный анализ закаленной стали
**31.** Рентгеновские трубки
**32.** Современные электронные микроскопы
**33.** Контраст на дислокациях в ПЭМ
**34.** Контраст на границах зерен в ПЭМ
**35.** Кикучи-линии
**36.** Понятие обратной решетки кристалла
**37.** Рентгеновские аппараты
**38.** Рентгенофазовый анализ
**39.** Рентгеновский дифрактометр
**40.** Метод фольг в ПЭМ
**41.** Определение ориентировки кристалла по микродифракции в ПЭМ

**Пример экзаменационного билета**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет
Направление подготовки:
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
ОП (профиль): «Перспективные материалы и технологии»

Кафедра «Материаловедение»
Дисциплина: "*Дифракционные методы исследования материалов* "
Экзамен, 3 семестр

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

1. Количественный фазовый рентгеноструктурный анализ.
2. Оптическая схема электронного микроскопа.

Заведующий кафедрой: В.В.Овчинников

## Перечень лабораторных работ(УК-1, ОПК-4)

1.Изучение структуры мартенсита в металлических сплавах методом оптической микроскопии и электронной микроскопии 2 часа
2.Определение ориентировки кристалла по дифракционным картинам 2 часа
3. Изучение структуры малоугловых и большеугловых границ зерен методом электронной микроскопии 4 часа

4.. Определение плотности дислокаций по электронно-микроскопическим изображениям 4 часа
5.Анализ и расчет точечной электронограммы 2 часа
6.Определение вещества по дифрактограмме 4 часа

# Кейс-задача

по дисциплинеДифракционные методы исследования материалов

Навыки интерпретациимикроструктуры 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 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 знаниям;

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

# Задания для контрольных работ

подисциплинеДифракционные методы исследования материалов

***Контрольная работа 1***

**Физика рентгеновских лучей.**

Вариант 1

1.Как возникает рентгеновское излучение?

2.Что такое жёсткое и мягкое рентгеновское излучение?

Вариант 2

1.Как изменяется проникающая способность рентгеновского излучения с уменьшением длины волны?

2. Какому соотношению подчиняется рассеяние кристаллом рентгеновского излучения?

Вариант 3.

1.Какие величины можно определить из формулы Вульфа-Брэггов, измеряя экспериментально углы дифракционных максимумов?

2.Что такое сплошной и линейчатый спектры?

**Контрольная работа 2.**

**Методы рентгеноструктурного анализа.**

Вариант 1

1.Какие три основных метода используются в рентгеноструктурном анализе?

2.В чём состоит метод Лауэ?

Вариант 2

1.В чём состоит метод Дебая?

2.Как производится выбор излучения?

Вариант 3

1.Как осуществляется регистрация дифракционной картины в рентгеновском дифрактометре?

2. Какое излучение называется монохроматическим?

**Контрольная работа 3**

**Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию металлов и сплавов.**

Вариант 1

1.Какие методы рентгенографии используются для определения типа твёрдого раствора?

2.Как проводится количественный фазовый рентгеноструктурный анализ?

Вариант 2.

1.Как проводится рентгеноструктурный анализ закаленной стали?

2.В чём заключается метод построения границы растворимости с помощью рентгеноструктурного анализа?

Вариант 3.

1Какие несовершенства кристаллической структуры могут быть изучены методами рентгенографии?

2.С помощью каких методов определяется ориентировка кристалла?

**Контрольная работа 4.**

**Электронно-микроскопические методы исследования металлов и сплавов.**

Вариант 1

1.Какие линзы используются в электронном микроскопе?

2.На чём основана работа электронного микроскопа?

Вариант 2

1.В чём преимущества ПЭМ перед рентгеноструктурным анализом?

3.Какова длина волны электронов, используемая в ПЭМ?

Вариант3

1.Как перейти от режима изображения в режим дифракции в ПЭМ?

2.Как формируется контраст на изображении дислокации в ПЭМ?

# Перечень дискуссионных тем для круглого стола

# (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)

по дисциплине*Дифракционные методы анализа материалов*

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***(УК-1, ОПК-4)**

2. 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»***(УК-1, ОПК-4)**

**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

по дисциплинеДифракционные методы исследования материалов

***Рентгеноструктурные и электронно-оптические методы анализа вещества в современном материаловедении.*****(УК-1, ОПК-4)**

1. Роль рентгеноструктурных и электронно-оптических методов анализа вещества в современном металловедении
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(ПК-4)
13. Оже-микроскопия(УК-1)
14. Рентгеноспектральный анализ(ОПК-4)
15. Дифракционный контраст на дефектах кристаллической структуры.(ОПК-4, ОПК-4, УК-1)
16. Особенности электронно-микроскопических изображений границ зерен.(ОПК-4)
17. Анализ электронно-микроскопических изображений мартенситных кристаллов.(ОПК-4)
18. Фазовый контраст в электронной микроскопии.(ОПК-4).
19. Абсорбционный контраст в электронной микроскопии.(ОПК-4, УК-1).

**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 смограскрыть суть проблемы, не показал знания методов и методик структурного анализа.