Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.05.2026 21:43:41
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1f6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет Машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ /Е.В. Сафонов/
«16» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электронно-микроскопические и дифракционные методы анализа материалов

Направление подготовки/специальность
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль/специализация
Технология биосовместимых материалов

Квалификация
Магистр

Формы обучения
Очная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и):

доцент, к.ф.-м..н., /Т. Ю. Скакова /

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Материаловедение»,
д.т.н, профессор /В.В. Овчинников/

Руководитель образовательной программы
доцент кафедры «Материаловедение»,
к.т.н. /Ю.С. Тер-Ваганянц/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 2
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 3
3. Структура и содержание дисциплины ... 3
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 3
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 5
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 5
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 5
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 5
   - 4.1. Основная литература ... 8
   - 4.2. Дополнительная литература ... 8
   - 4.3. Электронные образовательные ресурсы ... 9
   - 4.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 9
   - 4.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 7
5. Материально-техническое обеспечение ... 9
6. Методические рекомендации ... 10
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 11
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 12
7. Фонд оценочных средств ... 13
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 13
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 13
   - 7.3. Оценочные средства ... 13

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель дисциплины - формирование знаний о современных рентгенографических и электронно-микроскопических методах структурного анализа материалов для решения материаловедческих задач

– подготовка магистров к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению, в том числе формирование умений производить качественные и количественные оценки структурных и фазовых превращений в металлах и сплавах методами структурного анализа.

Задачи дисциплины – освоение методик структурного анализа материалов с применением методов рентгенографии и электронной микроскопии и основ анализа экспериментальных данных, полученных методами рентгенографии и электронной микроскопии

Планируемые результаты обучения - освоение методов и методик структурного анализа материалов с применением методов рентгенографии и электронной микроскопии и получение навыков анализа экспериментальных данных, полученных методами рентгенографии и электронной микроскопии

Обучение по дисциплине «**Электронно-микроскопические и дифракционные методы анализа материалов**» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций в соответствии с ФГОС 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», утверждённым приказом Минобрнауки России от 24.04.2018 N 306:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов	ИОПК-1.1. Организовывает, выполняет экспериментальные исследования на современном уровне и анализирует их результаты. ИОПК-1.2. В рамках производственной деятельности моделирует и внедряет в производство технологические процессы создания и обработки материалов с учетом экономических факторов и в соответствии с требованиями экологической и промышленной безопасности
ОПК-2 Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии	ОПК-2.1. Проектирует технологические процессы создания материалов и их обработки с целью достижения требуемого уровня физико-химических свойств

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части базового цикла (Б1):

– Инновационные технологии обработки функциональных материалов;

- Технологические процессы производства и обработки функциональных материалов

В части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.2):

–Инженерные методы и средства исследования в медицине;

- Металлические материалы

– Методы исследования функциональных свойств биосовместимых материалов.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

Очная форма обучения

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			3
	Аудиторные занятия	**54**	**54**
	В том числе:		
1.	Лекции	18	18
2.	Семинарские/практические занятия	36	36
	Самостоятельная работа	**90**	**90**
	В том числе:		
1.	Подготовка к семинарским/практическим занятиям	36	36
2.	Самостоятельное изучение	54	54
	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф. зачет/экзамен	**экзамен**	**экзамен**
	Итого	**144**	**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

Тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе.

3.3 Содержание дисциплины

(Изучается на семинарских и лекционных занятиях).

Тема1 Введение в электронно-микроскопические и дифракционные методы анализа

Проблемы материаловедения, связанные с изучением атомно- кристаллического строения.

Тема II Растровая электронная микроскопия

Задачи, решаемые методом растровой электронной микроскопии. Формирование контраста в растровом электронном микроскопе. Возможности и ограничения метода

Тема III Просвечивающая электронная микроскопия

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.

Тема IV Рентгенографический анализ

Основные уравнения дифракции рентгеновских лучей. Интерференция рентгеновских лучей, рассеянных трехмерной решеткой. Уравнение Вульфа-Брегга. 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

Лекционные занятия (18 часов)

1. Введение. Предмет курса. Роль рентгеноструктурных и электронно-оптических методов анализа вещества в современном металловедении для изучения структурных особенностей металлических биосовместимых материалов

2. **Дифракционные методы и атомно-кристаллическое строение металлических биосовместимых материалов**

3.Физика рентгеновских лучей. Уравнение дифракции. Методы рентгеноструктурного анализа

4. Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию металлических биосовместимых материалов

5. Электронно-микроскопические методы исследования металлических биосовместимых материалов. Растровая электронная микроскопия(РЭМ) Принцип работы и конструкция РЭМ.

6. **Формирование контраста в РЭМ. Применение РЭМ к исследованию металлических биосовместимых материалов**

7. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Конструкция электронного просвечивающего микроскопа и принципы его работы. Методы ПЭМ.

8. Контраст на электронно-микроскопическом изображении тонкой фольги. Режим микродифракции.

9. Изучение структурных особенностей металлических биосовместимых материалов методом ПЭМ

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1.Семинарские занятия (18 часов)

1. Практическое занятие 1 по теме № 1
Применение световой микроскопии для изучения зеренной структуры металлов и определения размера зерен

2.Практическое занятие 2 по теме № 2 Анализ топографического контраста в РЭМ для исследования формы частиц порошка. Изучение порошков методом РЭМ

3.Практическое занятие 3 по теме № 2 Фрактографический анализ с использованием топографического контраста в РЭМ. Изучение изломов металлических материалов методом растровой электронной микроскопии

4.Практическое занятие 4 по теме № 2 Применение метода РЭМ для решения задач материаловедения

5.Практическое занятие 5 по теме № 3 Изучение электронно-микроскопического контраста на дефектах кристаллического строения в металлических материалах

6.Практическое занятие 6 по теме № 3 Расшифровка электронограмм

7.Практическое занятие 7 по теме № 3 Сравнительный анализ изображений мартенсита и перлита, полученных различными микроскопическими методами

8.Практическое занятие 8 по теме № 3 Применение метода ПЭМ для решения задач материаловедения

9.Практическое занятие 9 по теме № 4 Применение метода рентгенографии для решения задач материаловедения. Расчет дифрактограмм

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы по данной дисциплине не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Основная литература

1. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. Учебное пособие для вузов. 4-е изд. М. МИСиС, 2002 ,328с.

2. Скакова Т.Ю., Овчинников В.В.,Курбатова И.А. Методы структурного анализа материалов. Растровая электронная микроскопия. Учебно-методическое пособие/ М;- Научная книга, 2019.-70с

3. Скакова Т.Ю., Трифонов Ю.Г. Методы структурного анализа материалов и контроль качества деталей. Часть 2. Просвечивающая электронная микроскопия. Методические указания к выполнению практических заданий. - Москва. МГИУ, 2013, 36с.

4. Т.Ю.Скакова, Е.В.Лукьяненко, С.

материалов и процессов. Часть2.: учеб.пособие/ В.Н.Арисова/ВолгГТУ. – Волгоград, 2008. – 96 с

3. Эндрюс К., Дайсон Д. В.Якутина Строение материалов ч.1Атомно-кристаллическое строение материалов. Учебное пособие.-М. «Научная книга», 2019, 89с

5. Т.Ю.Скакова,И.А.Курбатова, А.Ю.Омаров Методы структурного анализа материалов.- Просвечивающая электронная микроскопия. Учебное пособие.- М. «Научная книга», 2019, 56с.

4.2 Дополнительная литература

1.Утевский Л.М. Дифракционная электронная микроскопия в металловедении. Москва, «Металлургия». 1973. 583с.

2. Арисова В.Н., Методы исследования, Киоун С. Электронограммы и их интерпретация. Пер. с англ.- М.:Мир, 1971. – 256с.

4. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений.-3-е изд., перераб. и доп.- М.:Машиностроение, 1990.-528 с: ил.

5. Ульянина И.Ю., Скакова Т.Ю. Атомно-кристаллическое строение материалов: Учебное пособие.-М.:МГИУ, 2004. - 56 с.

6. Новиков И.И., Розин К.М. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки.- М.:Металлургия, 1990.- 390 с.

4.3 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка на курс
Электронно-микроскопические и дифракционные методы анализа материалов	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7731

4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1.	МойОфис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375

4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1.	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
1.	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2.	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
1.	База данных научной электронной библиотеки	http://www.elibrary.ru	Доступно

	(eLIBRARY.RU)		
2.	WebofScienceCoreCollection – политематическая реферативно-библиографическая инаукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Номер аудитории	Оборудование
1313	Ноутбук, проектор, экран

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. Вначале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке **к семинарскому занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и

содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS мосполитеха) как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.4. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы, и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация самостоятельной работы.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация (зачет).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации

Шкала оценивания	***Описание***
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Магистрант 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. Магистрант 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. Магистрант 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. Магистрант демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, магистрант испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3

7.4 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Коллоквиум	Отметка в журнале преподавателем о присутствии и активном участии обучающегося на обсуждении темы коллоквиума. Вопросы для коллоквиумов представлены в приложении 2 к рабочей программе
Реферат	Оформленный реферат с отметкой преподавателя «зачтено», подготовленная презентация по теме реферата, отметка преподавателем в журнале о выступлении обучающегося на занятии. Темы рефератов представлены в приложении 2 к рабочей программе

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация – (экзамен) проводится по билетам в устной форме. Регламент проведения аттестации:

- время для подготовки ответа на вопросы не более 40 мин.;
- время на ответ на заданные вопросы не более 10 мин.

Билет состоит из двух теоретических вопросов.

Перечень вопросов к экзамену приведен в приложении 2 к рабочей программе.

Приложение 1

Тематический план дисциплины «Электронно-микроскопические и дифракционные методы анализа материалов»

по направлению подготовки
22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

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	**Тема1 Введение в электронно-микроскопические и дифракционные методы анализа** 1.**Лекция 1 Сравнительная характеристика прямых методов изучения структуры материалов**	3	**1**	2			5								
	1. Практическое занятие 1 по теме № 1 Применение световой микроскопии для изучения зеренной структуры металлов и определения размера зерен	3	2		4		5								

1.2	**2.Лекция 2 Растровый электронный микроскоп**	3	**3**	2			5					+			
	2.Практическое занятие 2 по теме № 2 Анализ топографического контраста в РЭМ для исследования формы частиц порошка. Изучение порошков методом РЭМ	3	4		4		5								
1.3	**3.Лекция 3 Особенности контраста в РЭМ и конструкция растрового электронного микроскопа**	3	**5**	2			5					+			
	3.Практическое занятие 3 по теме № 2 Фрактографический анализ с использованием топографического контраста в РЭМ. Изучение изломов металлических материалов методом растровой электронной микроскопии	3	6		4		5								
1.4	**4. Лекция 4 Классификация растровых электронных микроскопов и требования к объектам исследования**	3	**7**	2			5					+			

	4.Практическое занятие 4 по теме № 2 Применение метода РЭМ для решения задач материаловедения	3	8		4		5								
1.5	**5.Лекция 5 Решение задач материаловедения методом РЭМ и интерпретация контраста**	3	**9**	2			5					+			
	5.Практическое занятие 5 по теме № 3 Изучение электронно-микроскопического контраста на дефектах кристаллического строения в металлических материалах	3	10		4		5								
1.6	**Тема III Просвечивающая электронная микроскопия** **6.Лекция 6 Просвечивающий электронный микроскоп и методы электронно-микроскопического исследования**	3	**11**	2			5					+			
	6.Практическое занятие 6 по теме № 3 Расшифровка электронограмм	3	12		4		5								

	7. Лекция7 Контраст на электронно-микроскопическом изображении тонкой фольги		13	2			5								
	7.Практическое занятие 7 по теме № 3 Сравнительный анализ изображений мартенсита и перлита, полученных различными микроскопическими методами	3	14		4		5								
	8.Лекция 8 Анализ микродифракционных картин	3	15	2			5								
	8.Практическое занятие 8 по теме № 3 Применение метода ПЭМ для решения задач материаловедения	3	16		4		5								
	Тема IV **Рентгенографический анализ** **9.Лекция 9** **Рентгенографический анализ**	3	17	2			5								

	9.Практическое занятие 9 по теме № 4 Применение метода рентгенографии для решения задач материаловедения. Расчет дифрактограмм	3	18		4		5								
	Всего часов по дисциплине			18	36		90					**1 реферат**		**Э**	

Приложение 2

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Электронно-микроскопические и дифракционные методы анализа материалов

»

Направление подготовки

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Образовательная программа (профиль подготовки)

Технология биосовместимых материалов

Темы рефератов

1.Физические основы метода ПЭМ.
2.Оптическая схема ПЭМ.
3.Увеличен6ие и разрешение ПЭМ.
4.Режимы дифракции и изображения в ПЭМ.
5. Анализ микроэлектронограм.
6. Формирование контраста в ПЭМ.
7.Светлопольные и темнопольные изображения.
8.Изображения дефектов кристаллической решетки (дислокации, границы зерен и т.д.).
9.Прямое разрешение кристаллической решетки.
10.Интерпретация электронно-микроскопического контраста.
11. Задачи, решаемые ПЭМ.
12.Выявление особенностей тонкой структуры материалов с использованием изображений ПЭМ
13.Физические основы метода РЭМ
14.Принципы работы РЭМ.
15 .Анализ изображений, полученных в РЭМ.
16 .Задачи, решаемые РЭМ.

Вопросы к коллоквиуму

1. 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?

2. 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?

3. 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?

Вопросы к экзамену

1.Роль рентгеноструктурных и электронно-оптических методов анализа вещества в современном металловедении.

2.Связь рентгенографии, нейтронографии и электронографии со структурной кристаллографией и физикой твердого тела.

3.Свойства рентгеновских лучей. Основные закономерности сплошного и характеристических спектров.

4. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество. Поглощение рентгеновских лучей. Вторичное характеристическое излучение. Методы регистрации проникающих излучений.

5. Основные принципы рентгеноспектрального анализа вещества.

6. Основные уравнения дифракции рентгеновских лучей. Интерференция рентгеновских лучей, рассеянных трехмерной решеткой. Уравнение Вульфа-Брегга.

7. Сфера отражения. Условия отражения рентгеновских лучей.

8. Характеристика основных методов рентгеноструктурного анализа с использованием представления об обратной решётке: - метод Лауэ, - метод вращающегося кристалла; - метод поликристаллов.

9.Метод поликристаллов. Типы съемок и объект исследования.

10. Выбор излучения и режима съемки.

11. Расчет рентгенограмм. Интенсивность линий.

12.Индицирование рентгенограмм от вещества с кубической сингонией.

13.Рентгеновская дифрактометрия. Измерение интенсивности. .

14.Метод неподвижного монокристалла.

15. Определение симметрии и ориентировки кристалла.

16.Прецизионное определение периода кристаллической решетки.

17.Рентгенографическое исследование твердых растворов и определение границы растворимости.

18.Анализ напряжений. Определение величины микродеформаций кристаллической решетки по уширению интерференционных линий.

19. Определение размера частиц (областей когерентного рассеяния - ОКР).

20.Качественный и количественный анализ фазового состава сплавов.

21. Анализ карбидных и интерметаллидных фаз в сплавах.

22.Изучение процессов, происходящих при термической обработке сплавов. Рентгенографический анализ закаленной стали.

23. Определение содержания углерода в мартенсите и количества остаточного аустенита. Распад мартенсита при отпуске стали.

24Исследование преимущественных ориентировок (текстур)

25.Задачи, решаемые методом растровой электронной микроскопии. Формирование контраста в растровом электронном микроскопе. Возможности и ограничения метода.

26.Оптическая схема электронного микроскопа.

27.Режимы микродифракции и изображения.

28.Метод фольг.

29.Интерпретация и анализ электронно-микроскопических изображений.

30.Темнопольные и светлопольные изображения.

31. Расчет электронограмм поликристаллического вещества.

32.Анализ точечной электронограммы.

33.Электронно-оптический анализ дислокационной структуры.

34. Определение плотности дислокаций.

35.Изучение границ зерен методом ПЭМ.

36. Прямое разрешение кристаллической решетки

37 Оже-электронная микроскопия

38.Условие Вульфа - Брегга в дифракционных методах структурного анализа.

39. Метод тёмного поля в электронной микроскопии

40.Рентгеновская трубка.

41.Электронно-микроскопический контраст на дислокациях

42.Количественный фазовый рентгеноструктурный анализ

43.Рентгеновская дефектоскопия в контроле качества металла

44.Индицирование электронограмм. Дифракционная картина от моно- и поликристаллов