Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 09.09.2025 11:14:00
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735885bc03

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

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/

«27» февраля 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Дифракционные методы исследования материалов»

Направление подготовки

22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль
«Перспективные материалы и технологии»

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2025 г.

Разработчик:

доцент, к.ф.-м.н. /Т.Ю. Скакова/

Согласовано:

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

Содержание

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

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «**Дифракционные методы исследования материалов»** является:

– формирование знаний о современных рентгенографических и электронно-микроскопических методах 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.

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

Обучение по дисциплине «**Дифракционные методы исследования материалов»** направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
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 ИУК-1.3. 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	ИОПК-4.1. Знает устройство приборов, оборудования и методики проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности ИОПК-4.2. Умеет проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные ИОПК-4.3. Имеет навыки проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, обработки и представления экспериментальных данных

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «**Дифракционные методы исследования материалов»** относится к обязательной части блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина базируется на следующих, пройденных дисциплинах:

-«Физика»

- «Теория строения материалов» ;
- «Практикум по визуализации структуры»;
- «Практикум по световой и электронной микроскопии»

Дисциплина «**Дифракционные методы исследования материалов**» логически связана с последующими дисциплинами: «Металлические материалы», «Специальные главы материаловедения».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(е) единиц(ы) (144 часов). Изучается на 3,4 семестрах обучения. Форма промежуточной аттестации -экзамен.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1.Очная форма обучения

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			5
	Аудиторные занятия	**54**	**54**
	В том числе:		
1.	Лекции	18	18
2.	Семинарские/практические занятия	36	36
	Самостоятельная работа	**54**	**54**
	В том числе:		
1.	Подготовка к семинарским/практическим занятиям	54	54
2.	Самостоятельное изучение		
	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф. зачет/экзамен	**экзамен**	**экзамен**
	Итого	**108**	**108**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

Тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе.

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1.Характеристика методов структурного анализа

Введение. Прямые методы изучения строения материалов. Сравнительная характеристика методов структурного анализа. Основные дифракционные методы исследования структуры материалов. Проблемы материаловедения, связанные с изучением атомно- кристаллического строения. Связь рентгенографии, нейтронографии и

электронографии со структурной кристаллографией и физикой твердого тела.

Тема 2. Структурная кристаллографии

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.

Тема 3. Рентгенографический анализ

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. 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.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 4. Просвечивающая электронная микроскопия

Просвечивающий электронный микроскоп(ПЭМ) и методы электронно-микроскопического исследования. Конструкция электронного просвечивающего микроскопа и принципы его работы. Оптическая схема ПЭМ. Увеличение и разрешение ПЭМ. Методы электронно-микроскопического исследования. Контраст на электронно-микроскопическом изображении тонкой фольги. Контраст на дислокации. Контраст на разориентированных ячеистых структурах. Толщинные экстинкционные контуры. Анализ микродифракционных картин

3.4 Тематика семинарских/практических занятий

1. *Семинарское занятие* 1. Понятие кристаллической решетки. Симметрия кристалла
2. *Семинарское занятие*. 2. Определение кристаллографических индексов направлений в кристалле
3. *Семинарское занятие* 3. Определение кристаллографических индексов плоскостей в кристалле
4. *Семинарское занятие* 4. Понятие совокупности кристаллографических плоскостей.
5. *Семинарское занятие* 5. Защита от рентгеновского излучения и дозиметрия
6. *Семинарское занятие* 6. Применение метода рентгенографического анализа для решения задач материаловедения. Расчет дифрактограмм
7. *Семинарское занятие 7.* Построение границы растворимости в двухкомпонентной системе методом прецизионного определения периода решетки

8. *Семинарское занятие 8.* Применение методов рентгеноструктурного анализа для решения задач материаловедения

9. *Семинарское занятие 9.* Изучение электронно-микроскопического контраста на дефектах кристаллического строения в металлических материалах

10. *Семинарское занятие 10.* Сравнительный анализ изображений мартенсита и перлита, полученных различными микроскопическими методами.

11. *Семинарское занятие 11*. Расшифровка электронограмм

12. *Семинарское занятие12.* Применение метода ПЭМ для решения задач материаловедения.

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 :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.

4.2 Дополнительная литература

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

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

3.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

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 (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
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. 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.

7.3 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 «Дифракционные методы исследования материалов»
по направлению подготовки

22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»
(бакалавр)

№/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	СР	К.Р.	К.П.	РГР	Доклад(реферат)	к/р		
1	**Тема 1. Лекция 1. Введение. Прямые методы изучения строения материалов. Сравнительная характеристика методов структурного анализа. Основные дифракционные методы исследования структуры**	**5**	1	**2**			2								

	материалов.														
2	Семинар 1.Понятие кристаллической решетки. Симметрия кристалла часть 1	5	1		2		2								
3	Семинар 1.Понятие кристаллической решетки. Симметрия кристалла часть 2		2		2		2								
4	**Тема 2.Лекция 2. Основы структурной кристаллографии часть 1**		3	2			2								
5	Семинар 2. Определение кристаллографических индексов направлений в кристалле	5	3		2		2					+			
6	Семинар 3. Определение кристаллографических индексов плоскостей в кристалле	**5**	4		2		2								
7	**Тема 2.Лекция 2. Основы структурной кристаллографии часть 2**	5	5	**2**			**2**					+			
8	Семинар 4.Понятие совокупности кристаллографических плоскостей	5	5		2		2								
9	Семинар 5.Защита от рентгеновского излучения и дозиметрия	5	**6**		**2**		**2**								
10	**Тема 3 Рентгенографический анализ Лекция 3. Рентгеноструктурный анализ монокристаллов**		7	2			2								
	Семинар 6. Расчет														

11	дифрактограмм часть 1	**5**	**7**		**2**		**2**								
12	Семинар 6. Расчет дифрактограмм часть 2	5	8		2		2								
13	**Тема3.** **Лекция 4. Рентгенофазовый анализ**	5	9	2			2								
14	Семинар 7. Построение границы растворимости в двухкомпонентной системе методом прецизионного определения периода решетки	5	9		2		2								
15	Семинар 8 Применение методов рентгеноструктурного анализа для решения задач материаловедения часть 1	5	10		2		2								
16	**Тема 4 Просвечивающая электронная микроскопия**	**5**	**11**	**2**											

	Лекция 6 Просвечивающий электронный микроскоп и методы электронно-микроскопического исследования						2								
17	Семинар 8 Применение методов рентгеноструктурного анализа для решения задач материаловедения часть 2	5	**11**		**2**		**2**								
18	Семинар 9. Изучение электронно-микроскопического контраста на дефектах кристаллического строения в металлических материалах часть 1	**5**	**12**		**2**		**2**								
19	**Тема 4.** **Лекция7 Контраст на электронно-микроскопическом изображении тонкой фольги**	5	13	2			2								
20	Семинар 9. Изучение электронно-микроскопического контраста на дефектах кристаллического строения в металлических материалах часть 2	**5**	**13**		**2**		**2**								
21	Семинар 10. Сравнительный анализ изображений мартенсита и	5	14		2		2								

	перлита, полученных различными микроскопическими методами часть 1														
22	**Тема 4. Лекция 8 Анализ микродифракционных картин Часть 1**	**5**	**15**	**2**			2								
23	Семинар 10. Сравнительный анализ изображений мартенсита и перлита, полученных различными микроскопическими методами часть 2	**5**	**15**		**2**		**2**								
24	Семинар 11. Расшифровка электронограмм часть 1	**5**	**16**		**2**		**2**								
25	**Тема 4. Лекция 8 Анализ микродифракционных картин Часть2**	5	17	2			2								
	Семинар 11. Расшифровка														

26	электронограмм часть 2	5	17		2		2								
27	Семинар 12 Применение метода ПЭМ для решения задач материаловедения	5	18		2		2								
	Форма аттестации													Э	
	Всего часов по дисциплине			18	36		54								

Приложение 2

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Дифракционные методы исследования материалов»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Образовательная программа (профиль подготовки)

Перспективные материалы и технологии

Темы рефератов

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

Темы для коллоквиумов

1. Дифракционный контраст на дефектах кристаллической структуры.
2. Место ПЭМ в микроскопических методах изучения структуры материалов.
3. Изучение особенностей формирования контраста на дефектах кристаллического строения в электронной микроскопии.
4. Анализ изображений структуры в электронном микроскопе.
5. Принцип работы и конструкция ПЭМ.

Вопросы к экзамену

1. **У**словие Вульфа - Брегга в дифракционных методах структурного анализа.
2. Метод тёмного поля в электронной микроскопии
3. Рентгеновская трубка.
4. Электронно-микроскопический контраст на дислокациях
5. Количественный фазовый рентгеноструктурный анализ
6. Рентгеновская дефектоскопия в контроле качества металла.
7. Индицирование электронограмм
8. Дифракционная картина от моно- и поликристаллов
9. Физические основы метода ПЭМ**.**
10. Оптическая схема ПЭМ.
11. Увеличение и разрешение ПЭМ.
12. Режимы дифракции и изображения в ПЭМ.
13. Анализ микроэлектронограм.
14. Формирование контраста в ПЭМ. изображения.
15. Светлопольные и темнопольные изображения в ПЭМ
16. Изображения дефектов кристаллической решетки (дислокации, границы зерен и т.д.).
17. Прямое разрешение кристаллической решетки.
18. Интерпретация электронно-микроскопического контраста.
19. Задачи, решаемые ПЭМ
20. Роль рентгеноструктурных и электронно-оптических методов анализа вещества в современном материаловедении
21. История открытия рентгеновских лучей
22. Рентгеноструктурный анализ закаленной стали
23. Рентгеновские трубки
24. Современные электронные микроскопы
25. Контраст на дислокациях в ПЭМ
26. Контраст на границах зерен в ПЭМ
27. Кикучи-линии
28. Понятие обратной решетки кристалла
29. Рентгеновские аппараты
30. Рентгенофазовый анализ
31. Рентгеновский дифрактометр
32. Метод фольг в ПЭМ
33. Определение ориентировки кристалла по микродифракции в ПЭМ
34. Рентгеновская дифрактометрия
35. Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию металлов и сплавов
36. Основные принципы рентгеноспектрального анализа вещества.
37. Общая характеристика методов структурного анализа
38. Применение рентгеноструктурного анализа к исследованию металлов и сплавов
39. Металлографический метод: возможности и ограничения
40. Роль рентгеноструктурных и электронно-оптических методов анализа вещества в современном материаловедении