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

«Практикум по световой и электронной микроскопии»

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 4
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 6
   - 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 «**Практикум по световой и электронной микроскопии** является:

– формирование знаний о современных оптических 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 оптической и электронной микроскопии

Задачи дисциплины:

– освоение методик оптической и электронной микроскопии и основ анализа экспериментальных данных, полученных методами оптической и электронной микроскопии.

Обучение по дисциплине «**Практикум по световой и электронной микроскопии»** направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ПК-1 Способен выполнять комплексные исследования и испытания материалов (изделий), обрабатывать, анализировать и представлять результаты	ИПК-1.1 Знает: цели и задачи проводимых исследований, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации; ИПК-1.2 Умеет: проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов, обрабатывать и представлять полученные результаты; ИПК-1.3 Имеет навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Дисциплина базируется на следующих, пройденных дисциплинах:

- «Теория строения материалов»;
- «Практикум по визуализации структуры»;

Дисциплина «**Практикум по световой и электронной микроскопии**» логически связана с последующими дисциплинами: «Дифракционные методы изучения материалов», «Металлические материалы».

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 -зачет.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1.Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	3 семестр
1	**Аудиторные занятия**	**36**	36
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**36**	36
	В том числе:		
2.1	Подготовка и защита лабораторных работ		
2.2	Самостоятельное изучение	72	72
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		зачет
	Итого	**108**	108

3.2 Тематический план изучения дисциплины

Тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе.

3.3 Содержание дисциплины

(Изучается на семинарских занятиях).

Тема 1. Введение. Сравнительная характеристика прямых методов изучения структуры материалов

Тема 2. Световая микроскопия.

Световые микроскопы и их виды. История микроскопа. Прямые, инвертированные, портативные микроскопы. Основные части микроскопа. Устройство оптических микроскопов . Осветительная часть. Визуализирующая часть. Воспроизводящая часть. Устройство микроскопа: механическая, оптическая, электрическая части. Классификация объективов. Увеличение и разрешение оптического микроскопа. Формирование контраста в оптическом металлографическом микроскопе. Хроматическая и сферическая аберрация. Метод светлого поля в отражённом свете. Метод косого освещения. Метод темного поля. Поляризационная микроскопия. Оптическая микроскопия: возможности и ограничения метода.

Тема 3. Растровая электронная микроскопия

История электронно-оптической микроскопии и создания РЭМ. Принцип работы и конструкция РЭМ. Взаимодействие электронного пучка с веществом. Детекторы частиц и излучений и режимы работы РЭМ. Особенности контраста в РЭМ и конструкция растрового электронного микроскопа. Классификация растровых электронных микроскопов и требования к объектам исследования. Место РЭМ в микроскопических методах изучения

структуры материалов. Классификация РЭМ. Использование РЭМ в материаловедении. Решение задач материаловедения методом РЭМ и интерпретация контраста. Локальный химический анализ. Фрактография. Изучение порошков.

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

Тема 5. Заключение. Стратегия комплексных исследований материалов.

3.4 Тематика семинарских/практическихзанятий

3.4.1.Семинарскиезанятия/практические работы (18 часа)

1.*Практическая работа*1. Изучение характера ямок травления на дислокациях. Определение плотности дислокаций по ямкам травления

2.*Практическая работа*2. Количественный металлографический анализ. Определение размера зерна часть

3.*Практическая работа* 3. Металлографическое изучение характера выделений второй фазы при распаде пересыщенного твердого раствора

4.*Практическая работа* 4. Изучение структуры керамик, полученных спеканием порошков, методом РЭМ

5 .*Практическая работа* 5. Фрактографический анализ сплава В-1469 методом РЭМ

6.*Практическая работа 6.* Изучение контраста на электронно-микроскопическом изображении тонкой фольги. Контраст на дислокации.

7.*Практическая работа 7.*Оценка структурных особенностей большеугловых границ зерен по характеру зернограничных выделений в сплаве на основе молибдена

8.*Практическая работа 8.* Изучение дислокационных стенок и сеток, образующих малоугловые границы, методом ПЭМ

9.*Практическая работа 9.*Сравнительное изучение структурных особенностей перлита и мартенсита методами световой и электронной микроскопии

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. Физическое материаловедение: Учебник для вузов/ под общей редакцией Б.А.Калина. – М.: НИЯУ МИФИ, 2012, том 1 Физика твердого тела – 764 с.
2. Металловедение, термообработка и рентгенография: Учебник для вузов.НовиковИ.И.,Строганов Г.Б., Новиков А.И.- М.: МИСиС,1994,-480 с.
3. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н.: Учеб.пособие для вузов. – 4-е изд. Доп. и перераб. – М.: МИСиС, 2002. – 360 с.
4. КаллистерУ., Ретвич Д. Материаловедение: от технологии к применению (металлы, керамика, полимеры)/Пер. с англ. Под ред. Малкина А.Я. – СПб. Научные основы и технологии. 2011. – 896с
5. Ульянина И.Ю., Скакова Т.Ю. Атомно-кристаллическое строение материалов: Учебное пособие.- М.:МГИУ, 2004. - 56 с.
6. Т.Ю.Скакова, Е.В.Лукьяненко, С.В.Якутина Строение материалов ч.1Атомно-кристаллическое строение материалов. Учебное пособие.-М. «Научная книга», 2019, 89с.
7. Т.Ю.Скакова,И.А.Курбатова, А.Ю.Омаров Методы структурного анализа материалов.- Просвечивающая электронная микроскопия. Учебное пособие.- М. «Научная книга», 2019, 56с.
8. Лившиц Б.Г. Металлография : Учеб. Для металлург. Спец. Вузов / Б. Г. Лившиц. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Металлургия, 1990. – 333с.
9. .Новиков И.И. (1994) Металловедение, термообработка и рентгенография, Издательство: МИСИС1994,..
10. ГОСТ 5639-82. Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна
11. ГОСТ 21073.0-75. Металлы цветные. Определение величины зерна. Общие требования
12. ГОСТ 21073.1-75. Металлы цветные. Определение величины зерна методом сравнения со шкалой.
13. ГОСТ 21073.2-75. Металлы цветные. Определение величины зерна методом подсчета зерен
14. ГОСТ 21073.3-75. Металлы цветные. Определение величины зерна методом подсчета пересечений зерен.

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

Электронные образовательные ресурсы не предусмотрены.

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.	Мой Офис	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.	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Номер	Оборудование

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

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 – (зачет) проводится по вопросам 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.

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

Приложение 1

Тематический план дисциплины «Практикум по световой и электронной микроскопии»
по направлению подготовки

22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»
(бакалавр)

Приложение А

/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	коллоквиум	К.Р.	К.П.	РГР	Доклад (реферат)	к/р	Э	З
	Третий семестр														
1	*Лекция1.* Сравнительная характеристика прямых методов изучения структуры материалов	**3**	1	**2**			**4**								
2	*Практическая работа 1.*Изучение характера ямок травления на дислокациях. Определение плотности дислокаций по ямкам травления	3	2		2		2					+			
3	*Лекция2.*Световые микроскопы и их виды. Формирование контраста в оптическом металлографическом микроскопе	**3**	**3**	**2**			**4**								

4	*Практическая работа2* Количественный металлографический анализ. Определение размера зерна часть	**3**	**4**		**2**		**2**								
5	*Лекция 3.* Метод светлого поля в отражённом свете. Метод косого освещения. Метод темного поля.	**3**	**5**	**2**			**4**	+							
6	*Лекция 4.* Оптическая микроскопия: возможности и ограничения метода.		**6**	**2**			**4**								
7	*Практическая работа3.*Металлографическое изучение характера выделений второй фазы при распаде пересыщенного твердого раствора	3	6		2		2								
8	*Лекция5* .Принцип работы и конструкция РЭМ. Взаимодействие электронного пучка с веществом. Детекторы частиц и излучений и режимы работы РЭМ.	**3**	**7**	**2**			**4**					+			
9	*Практическая работа4.* Изучение структуры керамик, полученных спеканием порошков, методом РЭМ	**3**	**8**		**2**		**2**	+							
10	*Лекция 6* Особенности контраста в РЭМ. Место РЭМ в микроскопических методах изучения структуры материалов.	**3**	**9**	**2**			**4**								

	Решение задач материаловедения методом РЭМ														
11	*Практическая работа*5 Фрактографический анализ сплава В-1469 методом РЭМ	3	10		2		2								
12	*Лекция 7.* Конструкция электронного просвечивающего микроскопа и принципы его работы Оптическая схема ПЭМ. Методы электронно-микроскопического исследования	**3**	**12**	**2**			**4**								
13	*Практическая работа 6.* Иэучение контраста на электронно-микроскопическом изображении тонкой фольги. Контраст на дислокации.	**3**	**12**		**2**		**2**					+			
14	*Лекция 8.* Контраст на разориентированных ячеистых структурах. Толщинные экстинкционные контуры	3	**14**	2			4								
15	*Практическая работа7.* Оценка структурных особенностей большеугловых границ зерен по характеру зернограничных выделений в сплаве на основе молибдена	3	**14**		2		2								
16	*Лекция 9.* Метод прямого разрешения в ПЭМ. Использование ПЭМ в материаловедении. Решение	**3**	16	**2**			**4**								

	задач материаловедения методом ПЭМ и интерпретация контраста. Локальный химический анализ в электронной микроскопии														
17	*Практическая работа 8.* Изучение дислокационных стенок и сеток, образующих малоугловые границы, методом ПЭМ	3	16		2		2								
18	*Практическая работа* 9 Сравнительное изучение структурных особенностей перлита и мартенсита методами световой и электронной микроскопии	3	18		2		2	+							
	Форма аттестации														З
	Всего часов по дисциплине в третьем семестре			18	18		72								

Приложение 2

ФОНДОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВПО ДИСЦИПЛИНЕ «Практикум по световой и электронной микроскопии»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Образовательная программа (профиль подготовки)

Перспективные материалы и технологии

Темы рефератов

1.Сравнительнаяхарактеристика прямых методов изучения структуры материалов

2.Световые микроскопы и их виды

3.Формирование контраста в оптическом металлографическом микроскопе.

4. Хроматическая аберрация.

5. Сферическая аберрация.

6. Метод светлого и темного поля в в оптической микроскопии

7.Поляризационная микроскопия.

8.Оптическая микроскопия: возможности и ограничения метода.

9.История электронно-оптической микроскопии и создания РЭМ.

10. Принцип работы и конструкция РЭМ.

11.Взаимодействие электронного пучка с веществом.

12. Детекторы частиц и излучений и режимы работы РЭМ.

13.Особенности контраста в РЭМ

14.Место РЭМ в микроскопических методах изучения структуры материалов.

15..Использование РЭМ в материаловедении.

16.Решение задач материаловедения методом РЭМ и интерпретация контраста.

17.Локальный рентгеноспектральный анализ.

18.Фрактографический анализ в РЭМ

19. Изучение порошков в РЭМ

20.Композизионный контраст в РЭМ.

21. Топографический контраст в РЭМ

22.Увеличение и разрешение в методе РЭМ

23.Изучение метастабильных структур в сплавах на основе железа методом оптической микроскопии

24. Исследование морфологических особенностей мартенсита методом оптической микроскопии

25. Сравнительный анализ структуры мартенсита с использованием различных микроскопических методов

26. Сравнительный анализ структуры перлита с использованием различных микроскопических методов

27.Прямое разрешение кристаллической решетки методом ПЭМ

28. Изучение дефектов кристаллической решетки микроскопическими методами

29. Просвечивающий электронный микроскоп(ПЭМ)

30. Методы электронно-микроскопического исследования.

31.Контраст на электронно-микроскопическом изображении тонкой фольги.

Темы для коллоквиумов

3 семестр

1. Световые микроскопы и их виды. Устройство оптических микроскопов

2.Формирование контраста в оптическом микроскопе. Изображения однофазных и многофазных структур

3. Оптическая микроскопия: возможности и ограничения метода.

4. Принцип работы и конструкция РЭМ.

4 семестр

1. Место РЭМ в микроскопических методах изучения структуры материалов

2.Решение задач материаловедения методом РЭМ

3.Анализвозможностей световой и электронной микроскопии.

4.Изучение особенностей формирования контраста на дефектах кристаллического строения в электронной микроскопии

5.Анализ изображений структуры в электронном микроскопе

Вопросы к зачету

1.Сравнительнаяхарактеристика прямых методов изучения структуры материалов

2.Световые микроскопы и их виды

3.Устройство оптических микроскопов .

4.Механическая, оптическая, электрическая части оптических микроскопов .

5.Увеличение и разрешение оптического микроскопа.

6.Формирование контраста в оптическом металлографическом микроскопе.

7. Хроматическая аберрация.

8. Сферическая аберрация.

9. Метод светлого поля в отражённом свете.

10.Метод косого освещения.

11.Метод темного поля.

12.Поляризационная микроскопия.

13.Оптическая микроскопия: возможности и ограничения метода.

14.История электронно-оптической микроскопии и создания РЭМ.

15. Принцип работы и конструкция РЭМ.

16.Взаимодействие электронного пучка с веществом.

17. Детекторы частиц и излучений и режимы работы РЭМ.

18.Особенности контраста в РЭМ и конструкция растрового электронного микроскопа. 19.Классификация растровых электронных микроскопов и требования к объектам исследования. 20.Место РЭМ в микроскопических методах изучения структуры материалов.

21.Использование РЭМ в материаловедении.

22.Решение задач материаловедения методом РЭМ и интерпретация контраста.

23.Локальный химический анализ.

24.Фрактография в РЭМ

25. Изучение порошков в РЭМ

26.Композизионный контраст в РЭМ.

27. Топографический контраст в РЭМ

28. Ямки травления на дислокациях в методе оптической микроскопии

29. Металлографические методы определения размера зерна

30.Увеличение и разрешение в методе РЭМ

31. Примеры решения задач материаловедения методом РЭМ

32.Изучение метастабильных структур в сплавах на основе железа методом оптической микроскопии

33. Исследование морфологических особенностей мартенсита методом оптической микроскопии

34. Сравнительный анализ структуры мартенсита с использованием различных микроскопических методов

35. Сравнительный анализ структуры перлита с использованием различных микроскопических методов

36.Прямое разрешение кристаллической решетки методом ПЭМ

37. Изучение дефектов кристаллической решетки микроскопическими методами

38. Просвечивающий электронный микроскоп(ПЭМ)

39. Методы электронно-микроскопического исследования.

40. Конструкция электронного просвечивающего микроскопа и принципы его работы.

41. Оптическая схема ПЭМ.

42.Увеличение и разрешение ПЭМ.

43.Контраст на электронно-микроскопическом изображении тонкой фольги.

44. Контраст на дислокации.

45.Контраст на разориентированных ячеистых структурах.

46. Толщинные экстинкционные контуры