

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 И.Ю.Черникова

« 10 » января 20 25 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Электронная микроскопия
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 22.04.02 Metallургия
(код и наименование направления)

Направленность: Металловедение и технология термической обработки сталей
и высокопрочных сплавов
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - ознакомление с видами и методами современных электронномикроскопических исследований.

Задачи:

- изучение устройства и принципа действия основных видов просвечивающих и сканирующих электронных микроскопов и дополнительных приборов к ним для исследования тонкой структуры материалов, а также методов микродифракционного и микрорентгеноспектрального фазового анализов;
- формирование умения выбирать методы изучения тонкой структуры в зависимости от решаемых задач, получать и анализировать экспериментальные данные, полученные с помощью просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии;
- формирование навыков самостоятельного приготовления объектов исследования, применения методов статистического анализа элементов структуры, методов микродифракционного и микрорентгеноспектрального анализов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- виды современных просвечивающих и электронных микроскопов;
- объекты для электронномикроскопических исследований и способы их изготовления.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает методы исследований, обработки и анализа результатов испытаний и измерений; критерии выбора методов и методик исследований	Знает методы исследований, обработки и анализа результатов испытаний и измерений; критерии выбора методов и методик исследований	Экзамен
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Владеет навыками выбора испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований; обработки и оценки результатов исследований	Владеет навыками выбора испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований; обработки и оценки результатов исследований	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет проводить испытания, измерения; выполнять металлографические исследования структуры металлов и сплавов; анализировать полученные данные, делать выводы	Умеет проводить испытания, измерения; выполнять металлографические исследования структуры металлов и сплавов; анализировать полученные данные, делать выводы	Защита лабораторной работы
ПК-2.3	ИД-1ПК-2.3	Знает технологические параметры термообработки; технологические процессы и оборудование термического производства, методы контроля качества продукции и процессов термообработки.	Знает технологические параметры термообработки; технологические процессы и оборудование термического производства, методы контроля качества продукции и процессов термообработки.	Экзамен
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	Умеет решать производственные задачи по обеспечению оборудованием, расходными материалами и средствами измерений на основе требований технической документации; анализировать причины отклонений технологических параметров от требований нормативно-технической документации; проводить отбор и подготовку объектов для осуществления контроля качества.	Умеет решать производственные задачи по обеспечению оборудованием, расходными материалами и средствами измерений на основе требований технической документации; анализировать причины отклонений технологических параметров от требований нормативно-технической документации; проводить отбор и подготовку объектов для осуществления контроля качества.	Защита лабораторной работы
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	Владеет навыками расчета оснащенности термических участков основным и вспомогательным оборудованием и средствами измерений; разработки технической документации; осуществления контроля за выполнением технологических процессов	Владеет навыками расчета оснащенности термических участков основным и вспомогательным оборудованием и средствами измерений; разработки технической документации; осуществления контроля за выполнением технологических процессов	Индивидуальное задание

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	10	10	
- лабораторные работы (ЛР)	10	10	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	14	14	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				
Теория просвечивающей электронной микроскопии	2	0	0	18
Введение. Классификация методов. Основы электронной оптики. Основы дифракции электронов.				
Практика просвечивающей электронной микроскопии	3	6	6	23
Контраст в изображении кристаллов. Устройство просвечивающих электронных микроскопов.				
Сканирующая электронная микроскопия	3	4	8	17
Особенности взаимодействия электронов в сканирующих электронных микроскопах. Устройство сканирующих электронных микроскопов.				
Сканирующая зондовая микроскопия	2	0	0	14
Устройство атомно-силовых зондовых микроскопов. Устройство туннельных зондовых микроскопов.				
ИТОГО по 3-му семестру	10	10	14	72

ИТОГО по дисциплине	10	10	14	72
---------------------	----	----	----	----

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Анализ структуры, получаемой с помощью просвечивающего электронного микроскопа.
2	Анализ электроннограмм и микродифракционный фазовый анализ.
3	Анализ структуры, получаемой с помощью сканирующего электронного микроскопа.
4	Анализ микрофрактограмм.
5	Микрорентгеноспектральный анализ металлических образцов.

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Основы вакуумной техники.
2	Объекты электронномикроскопических исследований и методики их изготовления.
3	Устройство и принцип работы просвечивающего электронного микроскопа.
4	Устройство и принцип работы сканирующего электронного микроскопа.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
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., перераб. и доп. Москва : МИСиС, 2002. 358 с.	25
2	Синдо Д., Оикава Т. Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия : пер. с англ. Москва : Техносфера, 2006. 253 с.	4
3	Эгертон Р. Ф. Физические принципы электронной микроскопии. Введение в просвечивающую, растровую и аналитическую электронную микроскопию : монография пер. с англ. Москва : Техносфера, 2010. 300 с. 19 усл. печ. л.	2
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия : учебник / Уманский Я. С., Скаков Ю. А., Иванов А. Н., Расторгуев Л. Н. Москва : Металлургия, 1982. 632 с.	2
2	Металловедение и термическая обработка стали и чугуна. Т. 1: Методы испытаний и исследования / Бокштейн Б. С., Векслер Ю. Г., Дроздовский Б. А., Капуткина Л. М. Москва : Интермет Инжиниринг, 2004. 687 с.	25
3	Физическое металловедение : учебник для вузов / Грачев С. В., Бараз В. Р., Богатов А. А., Швейкин В. П. Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2001. 533 с.	12
4	Фрактография и атлас фрактограмм : справочник пер. с англ. Москва : Металлургия, 1982. 488 с.	3
2.2. Периодические издания		
1	Металловедение и термическая обработка металлов : научно-технический и производственный журнал. Москва : Машиностроение, 1955 - .	
2	Физика металлов и металловедение : журнал. Москва : Наука, 1955 - .	

2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Власов А.И., Елсуков К.А., Косолапов И.А. Учебно-методический комплекс по тематическому направлению деятельности ННС «Наноинженерия»	http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-106504	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение	http://elib.pstu.ru/Record/lan94144	локальная сеть; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Springer Nature e-books	http://link.springer.com/ http://jwww.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	https://elib.pstu.ru/
Образовательная платформа Юрайт	https://urait.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRsmart	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	локальная сеть
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	http://325290.inkip.ru/docs

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Доска маркерная	1
Лабораторная работа	ПК или ноутбук	1
Лабораторная работа	Проектор	1
Лабораторная работа	просвечивающий и сканирующие электронные микроскопы	3
Лекция	Доска маркерная	1
Лекция	ПК или ноутбук	1
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Доска маркерная	1
Практическое занятие	ПК	20
Практическое занятие	ПК или ноутбук	1
Практическое занятие	Проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе