



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЁМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ (ШКОЛА)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Методы микроскопии в материаловедении»

Направление подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

«Перспективные материалы и технологии материалов»

(совместно с НИЦ «Курчатовский институт» и ИХ ДВО РАН)

Форма подготовки очная

Владивосток
2023

Содержание

I. Перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах формирования компетенций в ходе освоения дисциплины «Методы микроскопии в материаловедении»	3
II. Текущая аттестация по дисциплине «Методы микроскопии в материаловедении».....	5
III. Промежуточная аттестация по дисциплине «Методы микроскопии в материаловедении».....	12
IV. Шкала оценки уровня достижения результатов обучения для текущей и промежуточной аттестации по дисциплине «Методы микроскопии в материаловедении».....	15

I. Перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах формирования компетенций в ходе освоения дисциплины «Методы микроскопии в материаловедении»

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
научно-исследовательский	ПК 1.Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач	ПК-1.1 Использует знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач	<i>Знает</i> основные типы металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач <i>Умеет</i> определять инструменты исследования основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач <i>Владеет</i> навыками исследования основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач
технологический	ПК-5. Способен определять соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам; прогнозировать и описать процесс достижения заданного уровня свойств в материале	ПК-5.1 Оценивает соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам	<i>Знает</i> основные методы оценивания потребительских характеристик готовых изделий <i>Умеет</i> использовать основные методы оценки потребительских характеристик готовых изделий <i>Владеет</i> навыками оценки соответствия готового изделия заявленным потребительским характеристикам

		ПК-5.2 Прогнозирует и описывает процесс достижения заданного уровня свойств в материале	<p><i>Знает</i> основные методы прогнозирования свойств в материале</p> <p><i>Умеет</i> описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материале</p> <p><i>Владеет</i> навыками прогнозирования и описания процессов достижения заданного уровня свойств в материале</p>
--	--	---	---

* Формы оценочных средств:

- 1) собеседование/устный опрос (УО-1).
- 2) лабораторная работа (ЛР-6).

II. Текущая аттестация по дисциплине «Методы микроскопии в материаловедении»

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Методы микроскопии в материаловедении» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Методы микроскопии в материаловедении» проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, практических работ) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

По каждому объекту дается характеристика процедур оценивания в привязке к используемым оценочным средствам.

Оценочные средства для текущего контроля

1. Вопросы для собеседования:

Раздел 1.

1. Методы исследования структуры и свойств конденсированных сред.
2. Взаимосвязь методов исследования и изучаемых свойств.
3. Взаимодействие излучения с веществом.
4. Разрушающие и неразрушающие методы.
5. Структурные, спектральные методы, масс-спектрометрические методы.
6. Принципы геометрической оптики, электронная, рентгеновская оптика.
7. Конструкция электронного микроскопа, его характеристики.
8. Формирование изображений структуры объекта.
9. Искажения экспериментальных данных, абберации.
10. Электромагнитные поля в конденсированных средах.
11. Физические принципы регистрации результатов взаимодействия электронов с электромагнитными полями конденсированной среды.

Раздел 2.

1. Понятие об обратном пространстве.
2. Спектральные методы (Фурье) обработки изображений.
3. Фильтрация в обратном и прямом пространстве и типы фильтров.
4. Корреляционные методы.
5. Томографические методы.
6. Фрактальные и статистические методы.
7. Метрологические аспекты электронно-микроскопических исследований.
8. Тест-объекты и калибровки.
9. Оценка достоверности данных.
10. Теоретические основы моделирования изображений.
11. Аналитические модели.
12. Стохастические модели.
13. Трехмерные модели структуры.
14. Моделирование атомной структуры.

15. Моделирование электронно-микроскопических изображений.

Требования к представлению и оцениванию материалов (результатов):

Собеседование проводится в рамках каждого практического занятия.

Ответы должны отличаться достаточным объемом знаний, глубиной и полнотой раскрытия темы, логической последовательностью, четкостью выражения мыслей и обоснованностью выводов, характеризующих знание понятийно-терминологического аппарата, умение им пользоваться при ответе.

Критерии оценки:

Уровень освоения	Критерии оценки результатов обучения	Количество баллов / оценка
Повышенный	Ответ показывает прочные знания основных понятий изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия вопроса; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, делать выводы, давать аргументированные ответы, приводить примеры; логичность и последовательность ответа. Студент ответил на все основные и дополнительные вопросы, заданные преподавателем по теме практического занятия.	100 – 86 Зачтено
Базовый	Ответ, обнаруживающий прочные знания основных понятий изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия вопроса; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, делать выводы давать аргументированные ответы, приводить примеры; логичность и последовательность ответа. Студент ответил на все основные вопросы, но не смог ответить на дополнительные вопросы, заданные преподавателем по теме практического занятия.	85-76 Зачтено
Пороговый	Ответ, свидетельствующий в основном о знании понятий изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия вопроса; знании основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры. Студент ответил на часть основных или дополнительных вопросов, заданных преподавателем по теме практического занятия.	75-61 Зачтено
Уровень не достигнут	Ответ, обнаруживающий незнание понятий изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием вопроса; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа; неумением давать аргументированные ответы, отсутствием логичности и последовательности. Студент не ответил на вопросы, заданные преподавателем по теме практического занятия, либо допустил множество ошибок в ответе.	60-0 Не зачтено

2. Комплект практических заданий

Цель практических работ – выработка у учащихся профессиональных умений применять полученные знания для решения практических задач, умений и навыков пользоваться физическими подходами и методами для осуществления профессиональной деятельности.

Раздел 1.

Практическое занятие 1. Основы сканирующей электронной микроскопии. (6 час.)

Методы подготовки образцов к исследованию. Основные функции СЭМ. Основные элементы управления СЭМ. Детекторы в СЭМ. Начальная настройка: фокусировка и астигматизм. Исследование структуры поверхности, определение размеров объектов.

Получение изображений структуры поверхности тестового объекта (интерактивная форма, 5 часов самостоятельной работы). Определение размеров.

Отчет по работе.

Практическое занятие 2. Сканирующая электронная микроскопия высокого разрешения. (6 час.)

Методы подготовки образцов к исследованию на высоком разрешении. Ограничения, накладываемые природой исследуемых объектов и загрязнениями. Методы удаления загрязнений с поверхности объектов для СЭМ исследований. Методы работы с непроводящими объектами. Взаимосвязь рабочего расстояния, тока пучка, ускоряющего напряжения и разрешения в СЭМ. Влияние стабильности характеристик окружающей среды на разрешение.

Получение изображений структуры поверхности тестового объекта с высоким разрешением (интерактивная форма, 5 часов самостоятельной работы). Определение разрешения СЭМ.

Отчет по работе.

Практическое занятие 3. Рентгеновский микроанализ и дополнительные методы в сканирующей электронной микроскопии. (6 час.)

Типы спектрометров: энергодисперсионный и волновой. Параметры СЭМ для оптимального исследования состава объекта. Тест объекты и калибровки спектрометров. Получение элементного состава в точке, по линии и карты. Обработка результатов анализа состава. Электронная дифракция на отражение в исследовании фазового состава. Сканирующая просвечивающая микроскопия в СЭМ.

Получение элементного состава поверхности тестового объекта (интерактивная форма, 5 часов самостоятельной работы). Определение разрешения СЭМ.

Отчет по работе.

Раздел 2.

Практическое занятие 4. Основы обработки, анализа и моделирования экспериментальных данных. (4 час.)

Основные требования к результатам экспериментов с учетом методов обработки, анализа и моделирования экспериментальных данных. Методы обработки изображений. Основное программное обеспечение. Методы фильтрации изображений. Методы сегментирования и анализа объектов на изображении.

3 часа самостоятельной работы

Отчет по работе.

Требования к выполнению практических работ:

В лаборатории электронной микроскопии существуют особые правила поведения студентов, которые необходимо неукоснительно соблюдать – правила техники безопасности. За знание правил техники безопасности и обязательство их выполнять каждый студент должен расписаться в соответствующем журнале.

Домашнюю подготовку к работе рекомендуется вести следующим образом. Прочитать имеющееся описание работы и отметить возникшие вопросы и неясности. Затем прочитать соответствующие разделы по учебникам или конспектам лекций. После этого снова вернуться и к описанию, подробно проработать его и особенно часть, посвященную практике, сделать записи в рабочей тетради, составить и записать примерный план проведения эксперимента.

Придя на занятие, студент предъявляет преподавателю свою рабочую тетрадь с записями, сделанными во время подготовки к работе, и сдает отчет по предыдущей практической работе. После этого можно, с разрешения преподавателя, подойти к своему рабочему месту и ознакомиться с установкой, записать в рабочую тетрадь данные о приборах.

Перед выполнением работы студент беседует с преподавателем (проводится допуск к работе), при этом выясняется, насколько студент подготовлен к работе. Неподготовленный студент к работе не допускается. Если результаты опроса удовлетворительны, студент может выполнять работу.

По окончании измерений студент показывает полученные результаты преподавателю, который проверяет и подписывает их (без подписи преподавателя работа не считается выполненной). После этого можно разобрать установку и привести в порядок рабочее место.

Отчет должен полностью отражать все проведенные измерения, вычисления и их результаты. *Отчет по практической работе должен содержать:*

1. Краткую формулировку цели работы.
2. Схематический чертеж, поясняющий устройство прибора или установки и принцип его действия.
3. Краткую теорию, содержащую рабочую формулу или последовательность формул.

4. Результаты измерений (по возможности в форме таблиц). В отчете следует приводить результаты всех измерений, в том числе и оказавшихся ошибочными. Указывается и причина, по которой они исключены из дальнейших вычислений.

5. Вычисление результатов. Вычисления приводятся в следующем виде: выписывается сначала формула в общем виде, затем та же формула с подстановкой численных значений величины. Если одна и та же величина вычисляется несколько раз, то формулу повторять не следует.

6. Вычисление погрешностей. Приводятся формулы вычисления погрешностей и расчеты по этим формулам.

7. Окончательный результат или таблица результатов.

8. Выводы. К ним относятся: заключение о соответствии экспериментальных результатов теоретическим, о возможных причинах отклонений, о сравнительной роли отдельных источников погрешностей, о недостатках применяемого метода, приборов и т.д.

Обработка результатов и оформление отчета проводится в течение недели после выполнения работы. Студент, не сдавший отчета в срок, к следующей работе не допускается.

Требования к представлению и оцениванию материалов (результатов):

Выполнение практической работы осуществляется студентом самостоятельно в часы практических занятий.

Допуск к выполнению практической работы проводится перед экспериментальной частью работы и предполагает собеседование по отдельным вопросам теории, относящимся к данной работе и по методике проведения эксперимента; защита теории проводится после выполнения экспериментальной части работы и предполагает проверку знаний студентов по ключевым теоретическим вопросам темы работы.

Работа выполняется на бумаге формата А4 или А5 аккуратным и разборчивым почерком, и сдается преподавателю. Сверху на листе указывается фамилия и инициалы студента, номер учебной группы и тема работы.

При оценке работы студента преподаватель учитывает все этапы работы студента над отчетом. Если отчет не был принят преподавателем и возвращен для доработки, то все исправления вносятся в тот же экземпляр отчета; при необходимости можно добавлять к нему чистые листы, но первоначальный вариант с пометками преподавателя должен быть сохранен.

При оценке учитывается правильность выполнения отчета, защита теории и отчета по лабораторной работе. Защита работы предполагает демонстрацию уровня владения навыками работы с измерительными приборами в процессе работы, аргументированное изложение результатов эксперимента, их математическую обработку и формулирование выводов по работе в отчете по лабораторной работе.

Критерии оценки:

Уровень освоения	Критерии оценки результатов обучения	Количество баллов / оценка
Повышенный	Студент при допуске к практической работе показал прочные знания основных понятий и их взаимосвязей, сущности явлений, рассматриваемых в работе, и умение их	100 – 86 Зачтено

	<p>объяснить, знание методов измерений, используемых в работе, методики обработки результатов измерения, правил техники безопасности. Ответ отличается глубиной, логичностью и последовательностью. Показано хорошее понимание профессиональной значимости изучаемых вопросов. При выполнении экспериментальной части работы и оформлении отчета студент показал умение работать с измерительными приборами и владение навыками представления и математической обработки результатов измерений, умение делать выводы по результатам работы. Отчет по работе оформлен аккуратно, в соответствии с требованиями, структурирован, физические величины представлены в системе единиц «СИ», вычисления не содержат ошибок; правильно и полно сформулирован вывод по работе.</p>	(отлично)
Базовый	<p>Студент при допуске к работе показал хорошие знания основных понятий и их взаимосвязей, сущности явлений, рассматриваемых в работе, и умение их объяснить, знание методов измерений, используемых в работе, методики обработки результатов измерения, правил техники безопасности. Ответ отличается логичностью и последовательностью, но допущены одна-две неточности. При выполнении экспериментальной части работы и оформлении отчета студент показал умение работать с измерительными приборами, делать выводы по результатам работы. Отчет по работе оформлен аккуратно, в основном – в соответствии с требованиями, структурирован, физические величины представлены в системе единиц «СИ», вычисления не содержат ошибок; правильно и полно сформулирован вывод по работе. Допускаются не более 2-х недочетов в оформлении отчета.</p>	85-76 Зачтено (хорошо)
Пороговый	<p>Студент при допуске к работе показал не слишком глубокие знания основных понятий и их взаимосвязей, сущности явлений, рассматриваемых в работе, демонстрирует, в целом, знание методов измерений, используемых в работе, методики обработки результатов измерения, правил техники безопасности. При выполнении экспериментальной части работы и оформлении отчета в целом показал умение работать с измерительными приборами, делать выводы по результатам работы. Отчет оформлен в основном в соответствии с требованиями,</p>	75-61 Зачтено (удовлетворительно)

	физические величины представлены в системе единиц «СИ», вычисления не содержат грубых ошибок; вывод по работе сформулирован.	
Уровень не достигнут	Студент не выполнил практическую работу, либо при допуске к работе показал незнание основных понятий, сущности явлений, рассматриваемых в работе, демонстрирует плохое знание или незнание методов измерений, методики обработки результатов измерения, правил техники безопасности. Слабо сформировано или не сформировано умение работать с измерительными приборами, отсутствуют выводы по результатам работы. Отчет не соответствует требованиям, не сделан или сделан с ошибками перевод единиц измерения величин в систему «СИ». Вычисления содержат грубые ошибки.	60-0 Не зачтено (неудовлетворительно)

III. Промежуточная аттестация по дисциплине «Методы микроскопии в материаловедении»

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Методы микроскопии в материаловедении» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Экзамен по дисциплине включает один теоретический и один практический (задание) вопрос. Экзамен оценкой принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению заведующего департаментом допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили практические занятия по дисциплине в группах.

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на экзамене должно составлять не более 20 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на экзамене посторонних лиц не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются на экзамен с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценочные средства для промежуточного контроля (экзамен)

Вопросы к экзамену

Разделы 1-2

1. Основные процессы при взаимодействии электронов с веществом. Рассеяние электронов. Генерация вторичных электронов.
2. Основные процессы при взаимодействии электронов с веществом. Характеристическое рентгеновское излучение. Тормозное рентгеновское излучение.
3. Основные процессы при взаимодействии электронов с веществом. Католюминесценция, генерация плазмонов и фононов. Радиационные повреждения.
4. Параметры электронного пучка. Интенсивность, когерентность, спектр. Источники электронов (электронные пушки).
5. Характеристики магнитных линз. Аберрации магнитных линз. Корректоры аберраций.
6. Разрешение электронного микроскопа. Глубина фокуса и глубина поля.
7. Системы регистрации электронов.
8. Вакуумная система электронного микроскопа.
9. Подготовка образцов. Основные виды загрязнений. Держатели образцов.
10. Рентгеновская спектрометрия (EDS). Спектрометры рентгеновского излучения. Полупроводниковые детекторы рентгеновского излучения.Arteфакты EDS. Пространственное разрешение в EDS.

11. Спектрометрия потерь энергии электронов (EELS). Пик нулевых потерь. Малые потери энергии. Область больших потерь.
12. Режимы просвечивающего электронного микроскопа в параллельном и сходящемся пучке. Дифракция выбранной области. Светлопольное и темнопольное изображение. Сканирующая просвечивающая электронная микроскопия.
13. Режим дифракции. Кинематическое приближение. Закон Брэгга-Вульфа. Обратная решетка. Индексы Миллера-Вейса. Сфера Эвальда. Вектор отклонения. Атомный и структурный факторы рассеяния. Разрешенные и запрещенные рефлексы. Размерные эффекты в дифракции.
14. Динамическая дифракция. Экстинкция. Колонковое приближение.
15. Дифракция в сходящемся пучке. Кикучи-линии.
16. Контраст и изображение в просвечивающем электронном микроскопе. Контраст плотности и толщины. Z-контраст. Дифракционный контраст, двух-пучковая геометрия. Эффекты толщины и изгиба пленки.
17. Изображение плоских дефектов. Трансляционный контраст. Дефекты упаковки. Границы фаз.
18. Поля упругих напряжений. Контраст от одиночной дислокации. Дислокационные петли и диполи.
19. Матрица рассеяния.
20. Фазовый контраст. Просвечивающая микроскопия высокого разрешения.
21. Функция передачи электронного микроскопа.
22. Лоренцева просвечивающая электронная микроскопия.

Перечень заданий к экзамену

- У1. Определить размер точки на экспериментальном электронно-микроскопическом изображении и приборную погрешность. Объяснить методику измерения линейного размера объекта на изображении.
- У2. Определить размеры однотипных объектов на изображении, найти абсолютную и относительную погрешности измерения, записать результат.
- У3. Определить период структуры на изображении по Фурье-спектру. Объяснить методику измерения.
- У4. Определить энергию характеристических линий рентгеновского излучения для заданного элемента.
- У5. Объяснить методику определения разрешения сканирующего электронного микроскопа.
- У6. Объяснить методику определения апертурного угла сканирующего электронного микроскопа.
- У7. Объяснить методику калибровки при количественном энергодисперсионном анализе.
- У8. Объяснить способ корректировки астигматизма в сканирующем электронном микроскопе.
- У9. Объяснить принцип работы детектора Эверхарт-Торнли.
- У10. Объяснить принцип работы энергодисперсионного детектора характеристического рентгеновского излучения.

У11. Изобразить оптическую схему сканирующего электронного микроскопа.

Критерии оценки:

Уровень освоения	Критерии оценки результатов обучения	Количество баллов / оценка
Повышенный	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом, свободно справляется с заданиями, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.	100-86 отлично
Базовый	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает ответ, не допуская существенных неточностей, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	85-76 хорошо
Пороговый	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет фрагментарные знания, не усвоил деталей материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении ответа, испытывает затруднения при выполнении заданий.	75-61 удовлетворительно
Уровень не достигнут	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями отвечает на вопросы. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	60-0 неудовлетворительно

IV. Шкала оценки уровня достижения результатов обучения для **«Методы**
текущей и промежуточной аттестации по дисциплине **микроскопии в материаловедении»**

Баллы (рейтинговая оценка) / оценка	Уровни достижения результатов обучения		Требования к сформированным компетенциям
	Текущая и промежуточная аттестация	Промежуточная аттестация	
100-86	Повышенный	«отлично»	Свободно и уверенно находит достоверные источники информации, оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной задачи.
85-76	Базовый	«хорошо»	В большинстве случаев способен выявить достоверные источники информации, обработать, анализировать и синтезировать предложенную информацию, выбрать метод решения задачи и решить ее. Допускает единичные серьезные ошибки в решении задач, испытывает сложности в редко встречающихся или сложных случаях решения задач, не знает типичных ошибок и возможных сложностей при решении того или иного задания.
75-61	Пороговый	«удовлетворительно»	Допускает ошибки в определении достоверности источников информации, способен правильно решать только типичные задания (обрабатывать информацию, выбирать метод решения задачи и решать ее).
60-0	Уровень не достигнут	«неудовлетворительно»	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания.

