



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

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Методы электронной микроскопии для нанотехнологий»
Направление подготовки 03.04.02 Физика
Использование синхротронного излучения (совместно с НИЯУ МИФИ,
МГТУ им. Н. Э. Баумана, НИ НИЦ "Курчатовский институт")
Форма подготовки очная

Владивосток
2023

Содержание

I. Перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах формирования компетенций в ходе освоения дисциплины «Методы электронной микроскопии для нанотехнологий».....	3
II. Текущая аттестация по дисциплине «Методы электронной микроскопии для нанотехнологий».....	3
III. Промежуточная аттестация по дисциплине «Методы электронной микроскопии для нанотехнологий».....	8

I. Перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах формирования компетенций в ходе освоения дисциплины

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-2.1 применяет методы анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	Знает основные методы анализа концептуальных и теоретических моделей решения научных задач
	Умеет выбирать методы анализа концептуальных и теоретических моделей для решения конкретной задачи
	Владеет методами анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач
ПК-2.2 выбирает методы исследования, соотносит проблему, цели, задачи, предмет и методы исследования, формулирует проблему научного исследования, обосновывает его актуальность и новизну	Знает основные методы проведения научного исследования
	Умеет формулировать проблему, обосновывать актуальность и новизну научного исследования, применять методы прикладной физики к решению конкретной научной задачи
	Владеет навыками профессионального мышления, необходимыми для адекватного использования методов современной физики в теоретических и прикладных задачах, понятийным аппаратом
ПК-2.3 организует и проводит научные исследования, обрабатывает полученные результаты	Знает методику проведения научного исследования
	Умеет организовывать НИР в научном коллективе, распределять и делегировать выполняемую работу
	Владеет навыками аналитической работы, методами и технологиями проведения научного исследования

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Темы 1 - 11	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Экзамен
			умеет		
			владеет		

II. Текущая аттестация по дисциплине

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность

выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

- степень усвоения теоретических знаний;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Для дисциплины используется следующее оценочное средство:

1. Собеседование (УО-1)

Собеседование (УО-1) - средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Примерный перечень вопросов для собеседования (устного опроса)

1. Рассеяние электронов.
2. Область взаимодействия электронов.
3. Влияние атомного номера на взаимодействие электронов с веществом.
4. Влияние энергии пучка электронов на взаимодействие электронов с веществом.
5. Влияние угла наклона на взаимодействие электронов с веществом.
6. Длина пробега электронов.
7. Упругое и неупругое рассеяние электронов.
8. Отраженные электроны: влияние атомного номера.
9. Отраженные электроны: зависимость от энергии пучка.
10. Отраженные электроны: зависимость от угла наклона.
11. Угловое распределение отраженных электронов.
12. Распределение по энергиям отраженных электронов.
13. Пространственное распределение отраженных электронов.
14. Глубина выхода отраженных электронов.
15. Вторичные электроны.
16. Непрерывное рентгеновское излучение.
17. Характеристическое рентгеновское излучение.

18. Оже-электроны.
19. Электронная пушка.
20. Термоэлектронная эмиссия.
21. Автоэлектронная эмиссия.
22. Катоды в сканирующем электронном микроскопе.
23. Электромагнитные конденсорные линзы.
24. Электромагнитные объективные линзы.
25. Электромагнитные диафрагмы.
26. Хроматические аберрации.
27. Сферические аберрации.
28. Астигматизм.
29. Стилматоры.
30. Электронный зонд.
31. Генераторы развертки.
32. Вакуумные системы.
33. Камеры образцов.
34. Шлюзование.
35. Типы приставок для СЭМ.
36. Сканирование электронным пучком вдоль линии.
37. Сканирование электронным пучком по площади.
38. Контрасты в СЭМ.
39. Механизмы и природа формирования контрастов в СЭМ.
40. Интерпретация изображений в СЭМ.
41. Глубина фокуса в СЭМ.
42. Искажения изображений в СЭМ.
43. Влияние ускоряющего напряжения на формирование изображений в СЭМ.
44. Влияние размера апертуры на формирование изображений в СЭМ.
45. Влияние рабочего расстояния на формирование изображений в СЭМ.
46. Влияние наклона образца формирование изображений в СЭМ.
47. Наблюдение и сохранение изображений.
48. Детекторы сигналов.
49. Характеристики детекторов сигналов.
50. Угол детектора по отношению к поверхности объекта.
51. Телесный угол детектора.
52. Эффективность преобразования детектора.
53. Традиционная СЭМ.
54. Низковакуумная СЭМ.

55. СЭМ в режиме естественной среды.
56. Катодолюминисценция в СЭМ.
57. СЭМ в режиме наведённого тока.
58. Высоковакуумная СЭМ.
59. Оже-электронная спектроскопия.
60. Сканирующая просвечивающая электронная микроскопия.
61. Рентгеновский микроанализ.
62. Спектрометрия с волновой дисперсией.
63. Спектрометрия с энергетической дисперсией.
64. Дифракция обратно рассеянных электронов.
65. Картина обратно рассеянных электронов.
66. Линии Кикучи.
67. Пространственное разрешение метода дифракции обратных электронов.
68. Системы для анализа дифракционных картин обратно рассеянных электронов.
69. ПЗС-матрицы.
70. Использование цифровых камер в системах анализа дифракционных картин обратно рассеянных электронов.
71. Текстура кристаллических образцов.
72. Ориентация кристаллических образцов.
73. Анализ дефектов с помощью дифракции обратно рассеянных электронов.
74. Анализ фаз с помощью дифракции обратно рассеянных электронов.
75. Анализ микронапряжений с помощью дифракции обратно рассеянных электронов.
76. Анализ микродеформаций с помощью дифракции обратно рассеянных электронов.
77. Сфокусированный ионный пучок и его функции.
78. Основные типы ионных катодов.
79. Инжекторы.
80. Манипуляторы высокой точности позиционирования.
81. Послойное травление для реконструкции 3х мерной структуры (3D).
82. Препарирование объекта в заданном участке для приготовления тонкого образца для просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ).
83. Возможность сканирующей просвечивающей электронной микроскопии.

84. Основные преимущества СЭМ перед другими методами микроскопии.

85. Основные недостатки СЭМ.

86. Возможности СЭМ для получения наноструктур.

87. Использование СЭМ для исследования наноструктур (примеры).

88. Использование СЭМ для исследования наноструктуры материалов.

89. Возможности СЭМ для исследование кинетики процессов.

90. Преимущества СЭМ ввиду большой глубины фокуса.

91. Выявление магнитных полей и доменной структуры.

92. Исследование кинетики процессов в наноструктурах с помощью СЭМ.

93. Возможности фрактографического анализа.

94. Обработка изображений.

95. Получение объёмных представлений об объекте.

96. Электронная литография.

97. Основные производители СЭМ.

98. Основные варианты СЭМ.

99. Приставки к СЭМ.

100. Расходуемые материалы к СЭМ.

101. Подготовка образцов.

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	100 – 86 Зачтено

	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.	
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

III. Промежуточная аттестация по дисциплине

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Форма отчётности по дисциплине – экзамен (1-й, осенний семестр). Студент допускается к экзамену после получения положительных оценок за задания текущей аттестации, выполненные в течение семестра (оценочные средства для текущего контроля). Экзамен по дисциплине проводится в форме собеседования.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка.

Вопросы к экзамену

1. Взаимодействия электронов с веществом. Область взаимодействия электронов: влияние атомного номера, зависимость от энергии пучка, зависимость от угла наклона. Длина пробега электронов.
2. Отраженные электроны: влияние атомного номера, зависимость от энергии пучка, зависимость от угла наклона, угловое распределение, распределение по энергиям, пространственное распределение, глубина выхода.
3. Вторичные электроны: влияние параметров пучка и образца.
4. Рентгеновское излучение. Непрерывное рентгеновское излучение. Характеристическое рентгеновское излучение.
5. Оже-электроны и катодоллюминесценция.
6. Термоэлектронная и автоэлектронная эмиссия.
7. Устройство сканирующего электронного микроскопа.
8. Электромагнитные линзы. Хроматические aberrации. Сферические aberrации. Астигматизм.
9. Механизмы и природа формирования контрастов в СЭМ. Интерпретация изображений.
10. Изображения в СЭМ. Влияние ускоряющего напряжения. Влияние размера апертуры. Влияние рабочего расстояния. Влияние наклона образца.
11. Детекторы сигналов в СЭМ. Характеристики и их влияние на формирование изображений.
12. Традиционная сканирующая электронная микроскопия.
13. Низковакуумная сканирующая электронная микроскопия.
14. Сканирующая электронная микроскопия в режиме естественной среды.
15. Сканирующая электронная микроскопия в режиме наведённого тока.
16. Высоковакуумная сканирующая электронная микроскопия.
17. Оже-электронная спектроскопия.
18. Сканирующая просвечивающая электронная микроскопия.
19. Рентгеновский микроанализ.
20. Спектрометрия с волновой дисперсией.
21. Спектрометрия с энергетической дисперсией.
22. Дифракция обратно рассеянных электронов, формирование картины дифракции.

23. Анализ дифракционных картин обратно рассеянных электронов.
24. Сфокусированный ионный пучок и его функции.
25. Инжекторы.
26. Манипуляторы высокой точности позиционирования.
27. Послойное травление для реконструкции 3х мерной структуры (3D).
28. Препарирование объекта в заданном участке для приготовления тонкого образца для просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ).
29. Возможность сканирующей просвечивающей электронной микроскопии.
30. Основные преимущества СЭМ перед другими методами микроскопии.
31. Основные недостатки СЭМ.
32. Возможности СЭМ для получения наноструктур.
33. Использование СЭМ для исследования наноструктур.
34. Использование СЭМ для исследования наноструктуры материалов.
35. Возможности СЭМ для исследование кинетики процессов.
36. Преимущества СЭМ ввиду большой глубины фокуса.
37. Возможности фрактографического анализа.
38. Получение объёмных представлений об объекте.
39. Электронная литография.
40. Основные производители СЭМ.
41. Основные варианты СЭМ.
42. Приставки к СЭМ.
43. Расходуемые материалы к СЭМ.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене:

Баллы (рейтингов ой оценки)	Оценка (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«отлично»	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, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и

		приемами необходимыми для выполнения практических задач.
76-85	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов, владеет необходимыми навыками и приемами необходимыми для их решения.
61-75	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при применении теоретических положений для решения практических вопросов.
0-60	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями применяет теоретические положения при решении практических вопросов. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения по дисциплине				
Оценка	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4 (зачтено)	5 (зачтено)
Виды оценочных средств				
Знания (виды оценочных средств: собеседование)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: собеседование)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении

				задач
--	--	--	--	-------