Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
к.т.н., доцент С.А. Стрельцов
“___”_____ _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ДИСЦИПЛИНЫ

Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем
Образовательная программа: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, профиль: Микроэлектроника и наноэлектроника

Новосибирск 2025

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по **дисциплине** Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем представлена в Таблице. Совокупность результатов обучения по дисциплине соотнесена с уровнями сформированности компетенций и соотнесенными с ними индикаторами. Индикаторы достижения компетенций измеряемы с помощью средств текущей и промежуточной аттестации по **дисциплине** Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем.

Таблица

Формируемые компетенции	**Индикаторы компетенций**	**Темы**	**Этапы оценки результатов обучения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций**	
			Мероприятия текущего контроля (контрольная работа, курсовой проект, РГЗ(Р), реферат и др.)	**Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)**
ПК-12.В/ПТ Способен организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	1. Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продукта производства	Артефакты в сканирующей зондовой микроскопии ДМЭ, аппаратура. Инструментальные ограничения метода. Интерпретация картин ДМЭ. ДБЭ, аппаратура, особенности (преимущества и недостатки по сравнению с ДМЭ). Анализ картин ДБЭ Исследование поверхности твердых тел методом сканирующей туннельной микроскопии Обработка и количественный анализ СЗМ изображения Особенности и свойства наноструктурированных материалов. Основы классификации и типа структур наноматериалов. Физические причины специфики наноматериалов и доминирующая роль поверхности. Квантовые и классические размерные эффекты. Обеспечение единства измерений параметров наноматериалов. Классификация методов диагностики по зондирующим воздействиям и детектируемым частицам, характер получаемой информации Доминирующая роль поверхности и обзор методов, применяемых для ее исследования Получение СЗМ изображения. Обработка и представление результатов. Принцип работы. Сканеры и зонды СЗМ. Артефакты в СЗМ. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ). Режимы работы, особенности СТМ.	Отчет по лабораторной работе РГЗ/Реферат, разделы.1-21..	Зачет, вопросы.1-28..

		Атомно-силовая микроскопия (АСМ). Режимы работы, особенности АСМ. Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия. Принцип работы и области применени Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Экспериментальное оборудование, разрешающая способность, образцы. Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ). Вторичные процессы при взаимодействии электронов с веществом.Экспериментальное оборудование, разрешающая способность СЭМ. Электронно-ионный сканирующий микроскоп 1540 EsB Энергетический спектр электронов в методах электронной спектроскопии. Процессы и эффекты при взаимодействии электронов с веществом. Анализаторы задерживающего поля, типа "цилиндрического зеркала". концентрический полусферический и секторный цилиндрический анализаторы Преимущества и недостатки. Электронная Оже-спектроскопия. Физические принципы. Экспериментальное оборудование для электронной Оже-спектроскопии (ЭОС). Оже-анализ. Применение ЭОС.. Спектроскопия характеристических потерь энергии электронами (СХПЭЭ).Спектроскопия характеристических потерь энергии электронами глубоких уровней, низкоэнергетическая и плазмонная спектроскопия характеристических потерь энергии электронами и спектроскопия характеристических потерь энергии электронами высокого разрешения. Экспериментальное оборудование. Фотоэлектронная спектроскопия: РФЭС, физические принципы метода. ФЭС. Источники. Энергия связи, влияние конечных состояний и химические сдвиги в РФЭС. Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия		
ПК-12.В/ПТ	2. Умеет осуществлять поверку, настройку и калибровку	Артефакты в сканирующей зондовой микроскопии ДМЭ, аппаратура. Инструментальные ограничения метода.	Отчет по лабораторной работе РГЗ/Реферат, разделы.9-21..	Зачет, вопросы.3-28..

	электронной измерительной аппаратуры	Интерпретация картин ДМЭ. ДБЭ, аппаратура, особенности (преимущества и недостатки по сравнению с ДМЭ). Анализ картин ДБЭ Исследование поверхности твердых тел методом сканирующей туннельной микроскопии Обработка и количественный анализ СЗМ изображения Получение СЗМ изображения. Обработка и представление результатов. Принцип работы. Сканеры и зонды СЗМ. Артефакты в СЗМ. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ). Режимы работы, особенности СТМ. Атомно-силовая микроскопия (АСМ). Режимы работы, особенности АСМ. Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия. Принцип работы и области применени Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Экспериментальное оборудование, разрешающая способность, образцы. Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ). Вторичные процессы при взаимодействии электронов с веществом.Экспериментальное оборудование, разрешающая способность СЭМ. Электронно-ионный сканирующий микроскоп 1540 EsB Энергетический спектр электронов в методах электронной спектроскопии. Процессы и эффекты при взаимодействии электронов с веществом. Анализаторы задерживающего поля, типа "цилиндрического зеркала". концентрический полусферический и секторный цилиндрический анализаторы Преимущества и недостатки.Электронная Оже-спектроскопия. Физические принципы. Экспериментальное оборудование для электронной Оже-спектроскопии (ЭОС). Оже-анализ. Применение ЭОС.. Спектроскопия характеристических потерь энергии электронами (СХПЭЭ).Спектроскопия характеристических потерь энергии электронами глубоких уровней, низкоэнергетическая и плазмонная спектроскопия характеристических потерь		

		энергии электронами и спектроскопия характеристических потерь энергии электронами высокого разрешения. Экспериментальное оборудование. Фотоэлектронная спектроскопия: РФЭС, физические принципы метода. ФЭС. Источники. Энергия связи, влияние конечных состояний и химические сдвиги в РФЭС. Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия		
ПК-12.В/ПТ	3. Владеет навыками метрологического сопровождения технологических процессов	Артефакты в сканирующей зондовой микроскопии ДМЭ, аппаратура. Инструментальные ограничения метода. Интерпретация картин ДМЭ. ДБЭ, аппаратура, особенности (преимущества и недостатки по сравнению с ДМЭ). Анализ картин ДБЭ Исследование поверхности твердых тел методом сканирующей туннельной микроскопии Обработка и количественный анализ СЗМ изображения Получение СЗМ изображения. Обработка и представление результатов. Принцип работы. Сканеры и зонды СЗМ. Артефакты в СЗМ. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ). Режимы работы, особенности СТМ. Атомно-силовая микроскопия (АСМ). Режимы работы, особенности АСМ. Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия. Принцип работы и области применени Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Экспериментальное оборудование, разрешающая способность, образцы. Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ). Вторичные процессы при взаимодействии электронов с веществом.Экспериментальное оборудование, разрешающая способность СЭМ. Электронно-ионный сканирующий микроскоп 1540 EsB Энергетический спектр электронов в методах электронной спектроскопии. Процессы и эффекты при взаимодействии электронов с веществом. Анализаторы задерживающего поля, типа "цилиндрического зеркала". концентрический	Контрольные работы Отчет по лабораторной работе, разделы.1-21..	Зачет, вопросы.1-28..

		полусферический и секторный цилиндрический анализаторы Преимущества и недостатки.Электронная Оже-спектроскопия. Физические принципы. Экспериментальное оборудование для электронной Оже-спектроскопии (ЭОС). Оже-анализ. Применение ЭОС.. Спектроскопия характеристических потерь энергии электронами (СХПЭЭ).Спектроскопия характеристических потерь энергии электронами глубоких уровней, низкоэнергетическая и плазмонная спектроскопия характеристических потерь энергии электронами и спектроскопия характеристических потерь энергии электронами высокого разрешения. Экспериментальное оборудование. Фотоэлектронная спектроскопия: РФЭС, физические принципы метода. ФЭС. Источники. Энергия связи, влияние конечных состояний и химические сдвиги в РФЭС. Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия		
ПК-6/НА Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	1. Умеет проводить исследования характеристик электронных приборов	Артефакты в сканирующей зондовой микроскопии ДМЭ, аппаратура. Инструментальные ограничения метода. Интерпретация картин ДМЭ. ДБЭ, аппаратура, особенности (преимущества и недостатки по сравнению с ДМЭ). Анализ картин ДБЭ Исследование поверхности твердых тел методом сканирующей туннельной микроскопии Обработка и количественный анализ СЗМ изображения Особенности и свойства наноструктурированных материалов. Основы классификации и типа структур наноматериалов. Физические причины специфики наноматериалов и доминирующая роль поверхности. Квантовые и классические размерные эффекты. Обеспечение единства измерений параметров наноматериалов. . Классификация методов диагностики по зондирующим воздействиям и детектируемым частицам, характер получаемой информации Доминирующая роль поверхности и обзор	Контрольные работы Отчет по лабораторной работе РГЗ/Реферат, разделы1-21...	Зачет, вопросы.1, 5, 7, 9-21..

		методов, применяемых для ее исследования Получение СЗМ изображения. Обработка и представление результатов. Принцип работы. Сканеры и зонды СЗМ. Артефакты в СЗМ. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ). Режимы работы, особенности СТМ. Атомно-силовая микроскопия (АСМ). Режимы работы, особенности АСМ. Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия. Принцип работы и области применени Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Экспериментальное оборудование, разрешающая способность, образцы. Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ). Вторичные процессы при взаимодействии электронов с веществом.Экспериментальное оборудование, разрешающая способность СЭМ. Электронно-ионный сканирующий микроскоп 1540 EsB Энергетический спектр электронов в методах электронной спектроскопии. Процессы и эффекты при взаимодействии электронов с веществом. Анализаторы задерживающего поля, типа "цилиндрического зеркала". концентрический полусферический и секторный цилиндрический анализаторы Преимущества и недостатки.Электронная Оже-спектроскопия. Физические принципы. Экспериментальное оборудование для электронной Оже-спектроскопии (ЭОС). Оже-анализ. Применение ЭОС.. Спектроскопия характеристических потерь энергии электронами (СХПЭЭ).Спектроскопия характеристических потерь энергии электронами глубоких уровней, низкоэнергетическая и плазмонная спектроскопия характеристических потерь энергии электронами и спектроскопия характеристических потерь энергии электронами высокого разрешения. Экспериментальное оборудование. Фотоэлектронная спектроскопия: РФЭС, физические принципы метода.		

		ФЭС. Источники. Энергия связи, влияние конечных состояний и химические сдвиги в РФЭС. Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия		
ПК-6/НА	2. Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков	Артефакты в сканирующей зондовой микроскопии Исследование поверхности твердых тел методом сканирующей туннельной микроскопии Обработка и количественный анализ СЗМ изображения Получение СЗМ изображения. Обработка и представление результатов. Принцип работы. Сканеры и зонды СЗМ. Артефакты в СЗМ. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ). Режимы работы, особенности СТМ. Атомно-силовая микроскопия (АСМ). Режимы работы, особенности АСМ. Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия. Принцип работы и области применени Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Экспериментальное оборудование, разрешающая способность, образцы. Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ). Вторичные процессы при взаимодействии электронов с веществом.Экспериментальное оборудование, разрешающая способность СЭМ. Электронно-ионный сканирующий микроскоп 1540 EsB	Контрольные работы Отчет по лабораторной работе РГЗ/Реферат, разделы.1-21..	Зачет, вопросы1-28..

2. Методика оценки этапов формирования компетенций по дисциплине

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций проверяются при проведении мероприятий текущей аттестации (контроля) в процессе изучения дисциплины, указанных в таблице раздела 1.

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной работы.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 7 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ПК-12.В/ПТ, ПК-6/НА и соотнесенных с ними индикаторов. (см. таблицу раздела 1).

Зачет проводится в устной в устной форме по билетам, содержащим два вопроса, каждый из которых требует развернутого ответа с пояснениями и обоснованием излагаемого материала. Билет формируется из приведенного в Паспорте экзамена списка вопросов, позволяющих оценить результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций

Общие правила выставления оценок текущей и промежуточной аттестации по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании критериев, приведенных в п. 3, осуществляется оценка уровней достигнутых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ПК-12.В/ПТ, ПК-6/НА, закрепленных за дисциплиной.

3. Общая характеристика уровней результатов обучения, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Продвинутый. Теоретическое содержание курса освоено полностью. Студент демонстрирует систематическое и глубокое понимание учебного материала и способность к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Сформированы необходимые навыки практической работы. Все учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнены качественно, без замечаний. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящим в диапазон продвинутого уровня.

Базовый. Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Навыки практической работы сформированы на базовом уровне. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с небольшими погрешностями. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах базового уровня.

Пороговый. Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Некоторые практические навыки работы с сформированы с пробелами. Учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнялись с ошибками, исправленными под руководством преподавателя. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах порогового уровня.

Ниже порогового. Теоретическое содержание курса освоено фрагментарно. Необходимые навыки практической работы сформированы минимально. Большинство учебных заданий, предусмотренных программой обучения, не выполнены. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящих в диапазон ниже порогового уровня.