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

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: С.А. Стрельцов
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ДИСЦИПЛИНЫ

Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных структур
Образовательная программа: 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, магистерская программа: Материалы микро- и наносистемной техники

Новосибирск 2026

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по **дисциплине** Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных структур 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 исследования микроэлектронных и наноэлектронных структур.

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-2/НА Готов разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты	1. Знает структуру методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик	Анализ спектральной зависимости коэффициента поглощения эпитаксиальных структур полученных методом Фурье спектрометрии Измерение оптических параметров полупроводников. Аппаратура для исследования оптических свойств полупроводников. . Характеристики оптических приборов. Источники излучения Принципы монохроматизации (фильтры, призменные и решеточные монохроматоры) Приемники излучения. Особенности основных типов спектральных приборов. Общие сведения о молекулярных спектрах. Оптический метод определения концентрации примеси из спектров поглощения. Образцы для измерений и определение их коэффициента поглощения. Инфракрасная интерферометрия. Фурье-спектрометрия в инфракрасной области; современное оборудование, реализующее метод ИК Фурье-спектроскопии Ионная спектроскопия. Обратное резерфордовское рассеяние. Рассеяние ионов низких энергий (РМИ-LEIS).Кинематика упругих столкновений. Сечение рассеяния и прицельный параметр. Особенности рассеяния медленных ионов. Анализ пространственного распределения примесей.	Отчет по лабораторной работе РГЗ/Реферат, разделы.1-25..	Зачет, вопросы.1-34..

		Вторичная ионная масс-спектроскопия. Влияние первичных ионов. Оборудование ВИМС. Профили концентраций элементов по глубине. Разрешение по глубине при послойном анализе. Применение метода ВИМС. Каналирование. Применение в технологии получения слоев п/п. Методы измерения электрофизических параметров: контакты к полупроводниковым структурам. Двухзондовый и четырехзондовый метод измерения. Метод Ван-дер-Пау. Методы определения кинетических параметров полупроводников: концентрации и подвижность (эффект Холла). Метод сопротивления растекания.. Современные установки измерения поверхностного сопротивления. Погрешности методов Определение времени жизни неосновных носителей заряда методом модуляции проводимости Определение диффузионной длины и времени жизни неосновных носителей заряда в полупроводниках методом светового зонда Определение температурной зависимости электропроводности и вычисление запрещенной зоны полупроводников		
ПК-2/НА	2. Умеет анализировать результаты исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники	Анализ спектральной зависимости коэффициента поглощения эпитаксиальных структур полученных методом Фурье спектрометрии Измерение оптических параметров полупроводников. Аппаратура для исследования оптических свойств полупроводников. . Характеристики оптических приборов. Источники излучения Принципы монохроматизации (фильтры, призменные и решеточные монохроматоры) Приемники излучения. . Особенности основных типов спектральных приборов. Общие сведения о молекулярных спектрах. . Оптический метод определения концентрации примеси из спектров поглощения.. Образцы для измерений и определение их коэффициента поглощения.Инфракрасная интерферометрия. Фурье-	Отчет по лабораторной работе РГЗ/Реферат, разделы..1-25.	Зачет, вопросы.1-34..

		спектрометрия в инфракрасной области; современное оборудование, реализующее метод ИК Фурье-спектроскопии Ионная спектроскопия. Обратное резерфордовское рассеяние. Рассеяние ионов низких энергий (РМИ-LEIS).Кинематика упругих столкновений. Сечение рассеяния и прицельный параметр. Особенности рассеяния медленных ионов. Анализ пространственного распределения примесей. Вторичная ионная масс-спектроскопия. Влияние первичных ионов. Оборудование ВИМС. Профили концентраций элементов по глубине. Разрешение по глубине при послойном анализе. Применение метода ВИМС. Каналирование. Применение в технологии получения слоев п/п. Методы измерения электрофизических параметров: контакты к полупроводниковым структурам. Двухзондовый и четырехзондовый метод измерения. Метод Ван-дер-Пау. Методы определения кинетических параметров полупроводников: концентрации и подвижность (эффект Холла). Метод сопротивления растекания.. Современные установки измерения поверхностного сопротивления. Погрешности методов Определение времени жизни неосновных носителей заряда методом модуляции проводимости Определение диффузионной длины и времени жизни неосновных носителей заряда в полупроводниках методом светового зонда Определение температурной зависимости электропроводности и вычисление запрещенной зоны полупроводников		
ПК-2/НА	3. Владеет навыками разработки методик проведения исследований и измерений	Анализ спектральной зависимости коэффициента поглощения эпитаксиальных структур полученных методом Фурье спектрометрии Определение времени жизни неосновных носителей заряда методом модуляции проводимости Определение диффузионной длины и времени жизни неосновных носителей заряда в полупроводниках	Отчет по лабораторной работе РГЗ/Реферат, разделы... 1-3,8,14, 18	Зачет, вопросы... 1-8,. 19-23,26-27

		методом светового зонда Определение температурной зависимости электропроводности и вычисление запрещенной зоны полупроводников		
ПК-3/НА Готов разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники	1. Знает физические и математические модели и методы моделирования исследуемых физических процессов, лежащих в основе принципов действия объектов нанотехнологии и микросистемной техники	Анализ спектральной зависимости коэффициента поглощения эпитаксиальных структур полученных методом Фурье спектрометрии Измерение оптических параметров полупроводников. Аппаратура для исследования оптических свойств полупроводников. Характеристики оптических приборов. Источники излучения Принципы монохроматизации (фильтры, призменные и решеточные монохроматоры) Приемники излучения. Особенности основных типов спектральных приборов. Общие сведения о молекулярных спектрах. Оптический метод определения концентрации примеси из спектров поглощения. Образцы для измерений и определение их коэффициента поглощения. Инфракрасная интерферометрия. Фурье-спектрометрия в инфракрасной области; современное оборудование, реализующее метод ИК Фурье-спектроскопии Ионная спектроскопия. Обратное резерфордовское рассеяние. Рассеяние ионов низких энергий (РМИ-LEIS).Кинематика упругих столкновений. Сечение рассеяния и прицельный параметр. Особенности рассеяния медленных ионов. Анализ пространственного распределения примесей. Вторичная ионная масс-спектроскопия. Влияние первичных ионов. Оборудование ВИМС. Профили концентраций элементов по глубине. Разрешение по глубине при послойном анализе. Применение метода ВИМС. Каналирование. Применение в технологии получения слоев п/п. Методы измерения электрофизических параметров: контакты к полупроводниковым структурам. Двухзондовый и четырехзондовый метод измерения. Метод Ван-дер-Пау. Методы определения	Отчет по лабораторной работе РГЗ/Реферат, разделы.1-25..	Зачет, вопросы..1-34.

		кинетических параметров полупроводников: концентрации и подвижность (эффект Холла). Метод сопротивления растекания.. Современные установки измерения поверхностного сопротивления. Погрешности методов Определение времени жизни неосновных носителей заряда методом модуляции проводимости Определение диффузионной длины и времени жизни неосновных носителей заряда в полупроводниках методом светового зонда Определение температурной зависимости электропроводности и вычисление запрещенной зоны полупроводников		
ПК-3/НА	2. Умеет формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и компьютерного моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники	Анализ спектральной зависимости коэффициента поглощения эпитаксиальных структур полученных методом Фурье спектрометрии Измерение оптических параметров полупроводников. Аппаратура для исследования оптических свойств полупроводников. . Характеристики оптических приборов. Источники излучения Принципы монохроматизации (фильтры, призменные и решеточные монохроматоры) Приемники излучения. . Особенности основных типов спектральных приборов. Общие сведения о молекулярных спектрах. . Оптический метод определения концентрации примеси из спектров поглощения.. Образцы для измерений и определение их коэффициента поглощения.Инфракрасная интерферометрия. Фурье-спектрометрия в инфракрасной области; современное оборудование, реализующее метод ИК Фурье-спектроскопии Ионная спектроскопия. Обратное резерфордовское рассеяние. Рассеяние ионов низких энергий (РМИ-LEIS).Кинематика упругих столкновений. Сечение рассеяния и прицельный параметр. Особенности рассеяния медленных ионов. Анализ пространственного распределения примесей. Вторичная ионная масс-спектроскопия. Влияние	Отчет по лабораторной работе РГЗ/Реферат, разделы..1-25.	Зачет, вопросы.1-34..

		первичных ионов. Оборудование ВИМС. Профили концентраций элементов по глубине. Разрешение по глубине при послойном анализе. Применение метода ВИМС. Каналирование. Применение в технологии получения слоев п/п. Методы измерения электрофизических параметров: контакты к полупроводниковым структурам. Двухзондовый и четырехзондовый метод измерения. Метод Ван-дер-Пау. Методы определения кинетических параметров полупроводников: концентрации и подвижность (эффект Холла). Метод сопротивления растекания.. Современные установки измерения поверхностного сопротивления. Погрешности методов Определение времени жизни неосновных носителей заряда методом модуляции проводимости Определение диффузионной длины и времени жизни неосновных носителей заряда в полупроводниках методом светового зонда Определение температурной зависимости электропроводности и вычисление запрещенной зоны полупроводников		
ПК-3/НА	3. Владеет математическим аппаратом для решения теоретических и прикладных задач из области нанотехнологии и микросистемной техники, методами исследования и моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники	Анализ спектральной зависимости коэффициента поглощения эпитаксиальных структур полученных методом Фурье спектрометрии Измерение оптических параметров полупроводников. Аппаратура для исследования оптических свойств полупроводников. . Характеристики оптических приборов. Источники излучения Принципы монохроматизации (фильтры, призменные и решеточные монохроматоры) Приемники излучения. . Особенности основных типов спектральных приборов. Общие сведения о молекулярных спектрах. . Оптический метод определения концентрации примеси из спектров поглощения.. Образцы для измерений и определение их коэффициента поглощения.Инфракрасная интерферометрия. Фурье-спектрометрия в инфракрасной области; современное	Отчет по лабораторной работе РГЗ/Реферат, разделы.1-25..	Зачет, вопросы.1-34..

		оборудование, реализующее метод ИК Фурье-спектроскопии Ионная спектроскопия. Обратное резерфордовское рассеяние. Рассеяние ионов низких энергий (РМИ-LEIS).Кинематика упругих столкновений. Сечение рассеяния и прицельный параметр. Особенности рассеяния медленных ионов. Анализ пространственного распределения примесей. Вторичная ионная масс-спектроскопия. Влияние первичных ионов. Оборудование ВИМС. Профили концентраций элементов по глубине. Разрешение по глубине при послойном анализе. Применение метода ВИМС. Каналирование. Применение в технологии получения слоев п/п. Методы измерения электрофизических параметров: контакты к полупроводниковым структурам. Двухзондовый и четырехзондовый метод измерения. Метод Ван-дер-Пау. Методы определения кинетических параметров полупроводников: концентрации и подвижность (эффект Холла). Метод сопротивления растекания.. Современные установки измерения поверхностного сопротивления. Погрешности методов Определение времени жизни неосновных носителей заряда методом модуляции проводимости Определение диффузионной длины и времени жизни неосновных носителей заряда в полупроводниках методом светового зонда Определение температурной зависимости электропроводности и вычисление запрещенной зоны полупроводников		

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 1 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 1 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ПК-2/НА, ПК-3/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-2/НА, ПК-3/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.