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

Материаловедение наноструктурированных материалов

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** Материаловедение наноструктурированных материалов 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** Материаловедение наноструктурированных материалов.

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	Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование. Доращивание после нуклеации. Рост, ограниченный диффузией и рост, ограниченный процессами на поверхности. Двойной электрический слой.. Электростатический потенциал. Экранирование. Силы Ван-дер Ваальса между молекулами и макроскопическими телами.. Влияние среды. Электростатическая стабилизация наночастиц. Теория ДЛФО. Двумерные наноструктуры: тонкие пленки. Полупроводниковые гетероструктуры. Пленки Ленгмюра-Блоджетт. Золь-гель пленки. Свойства и способы получения. Наноструктурированные пленки и покрытия. Дифракционные методы. Сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия. Рентгеновский микроанализ. Сканирующие зондовые методы. Химическая диагностика: оптическая, электронная, ионная спектроскопии. Способы определения поверхностной энергии. Классические и квантовые размерные эффекты. Термодинамические свойства наносред. Фазовые равновесия в наноразмерных системах. Изменение температуры плавления наноматериалов. Консолидированные наноматериалы.	Отчет по лабораторной работе РГЗ/Реферат,	Зачет, вопросы...1-38

		Классификация. Нанокристаллические материалы. Фуллериты. Фотонные кристаллы. Нанокомпозиты (матричные и сверхрешетки). Наноаэрогели. Молекулярные наноструктуры: сурфактанты, мицеллы, эмульсии, пены. Нанопористые структуры: мембраны, цеолиты, нанопористый кремний, нанопористый оксид алюминия. Нуль-мерные наноматериалы: нанокластеры и нанокристаллы. Фуллерены. Квантовые точки Одномерные наноструктуры: нанотрубки, нановолокна, нанопроволоки. Свойства и способы получения. Описание кристаллических поверхностей. Поверхностная энергия. Анизотропия поверхностной энергии кристаллов. Релаксация и реконструкция поверхности. Адсорбция на твердой поверхности. Поверхностная энергия и равновесная форма наночастиц. наночастиц. Механизмы понижения полной поверхностной энергии в системах наночастиц: спекание и созревание Оствальда. Полиморфные превращения в наносистемах. Изменение периода кристаллической решетки при уменьшении размера материала. Дефекты кристаллической решетки наноматериалов. Электропроводность наноматериалов. Магнитные свойства наноматериалов. Применение наноматериалов в электронике, энергетике, химической промышленности, биологии и медицине и пр. Тепловые свойства наноматериалов. Оптические свойства наноматериалов. Механические свойства наноматериалов. Квантование энергетического спектра наноматериалов. Технологии получения наноматериалов и наноструктур. Методы Down-Up: Формирование наночастиц посредством гомогенной и гетерогенной нуклеации. Кинетически ограниченный синтез наночастиц. Синтез наночастиц с использованием эффектов самоорганизации. Вакуумные технологии (в том числе эпитаксиальные). Осаждение атомных слоев.		

		Метод молекулярного наслаивания (Ленгмюра-Блоджетт). Химическое осаждение из газовой фазы. Электрохимическое осаждение. Золь-гель технологии. Матричный синтез. Методы Up-Down: Фото-, рентгеновская, электронно-лучевая литографии, литография с использованием сфокусированного ионного пучка. Методы мягкой литографии (микроконтактная печать, литье, наноимпринт). Зондовые нанотехнологии. Углеродные наноматериалы: фуллерены, углеродные нанотрубки, графен. Уравнение Юнга-Лапласа. Связь химического потенциала с кривизной поверхности. Уравнение Кельвина. Способы стабилизации поверхности наноструктур: электростатическая и стерическая стабилизации.		
ПК-5/НА Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	2. Умеет строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков	Изучение реконструкции поверхности кремния методом дифракции быстрых электронов на отражение Изучение структуры поверхности методом туннельно-зондовой микроскопии Исследование морфологии поверхности эпитаксиальных структур методом атомно-силовой микроскопии Нанолитография Основные понятия и определения, принятые в наноструктурном материаловедении. Классификация наноматериалов. Основные свойства наноматериалов. Соотношение объемных и поверхностных свойств.	Отчет по лабораторной работе, разделы...	Зачет, вопросы...31-38

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 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 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-5/НА и соотнесенных с ними индикаторов. (см. таблицу раздела 1).

Зачет проводится в устной (письменной) форме, по билетам (тестам).

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-5/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.