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

Материаловедение наноструктурированных материалов

Образовательная программа: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, профиль: Полупроводниковые микро- и наносистемы

Новосибирск 2026

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-1/НА Способен проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий	1. Знает физические и математические законы и модели физических процессов, лежащих в основе принципов действия объектов нанотехнологии и микросистемной техники	Дидактическая единица:1 Типы наноматериалов и их классификация 1.1 Основные понятия и определения, принятые в наноструктурном материаловедении. Классификация наноматериалов. Основные свойства наноматериалов. Соотношение объемных и поверхностных свойств. 1.2 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. 1.3 Уравнение Юнга-Лапласа. Связь химического потенциала с кривизной поверхности. Уравнения Кельвина и Гиббса-Тампсона. Способы стабилизации поверхности наноструктур: 1.4 Двойной электрический слой.. Электростатический потенциал. Экранирование. Силы Ван-дер Ваальса между молекулами и макроскопическими телами.. Влияние среды. Электростатическая стабилизация наночастиц. Теория ДЛФО. 1.5 Гомогенное и гетерогенное	ОРГЗ/Реферат, разделы...	Зачет, вопросы...1-38

		зародышеобразование. Доращивание после нуклеации. Рост, ограниченный диффузией и рост, ограниченный процессами на поверхности. Дидактическая единица:2 Размерные эффекты в наноструктурах 2.6 6. Классические и квантовые размерные эффекты. Термодинамические свойства наносред. Фазовые равновесия в наноразмерных системах. Изменение температуры плавления наноматериалов. 2.7 Полиморфные превращения в наносистемах. Изменение периода кристаллической решетки при уменьшении размера материала. Дефекты кристаллической решетки наноматериалов. Электропроводность наноматериалов. Магнитные свойства наноматериалов. 2.8 Тепловые свойства наноматериалов. Оптические свойства наноматериалов. Механические свойства наноматериалов. Квантование энергетического спектра наноматериалов. 3.4 Нанолитография 3.9 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. Дидактическая единица:3 Наноматериалы и способы их получения 3.10 Нуль-мерные		

		наноматериалы: нанокластеры и нанокристаллы. Фуллерены. Квантовые точки 3.11 Одномерные наноструктуры: нанотрубки, нановолокна, нанопроволоки. Свойства и способы получения. 3.12 Двумерные наноструктуры: тонкие пленки. Полупроводниковые гетероструктуры. Пленки Ленгмюра-Блоджетт. Золь-гель пленки. Свойства и способы получения. Наноструктурированные пленки и покрытия. 3.13 Углеродные наноматериалы: фуллерены, углеродные нанотрубки, графен. 3.14 Молекулярные наноструктуры: сурфактанты, мицеллы, эмульсии, пены. 3.15 Нанопористые структуры: мембраны, цеолиты, нанопористый кремний, нанопористый оксид алюминия. 3.16 Консолидированные наноматериалы. Классификация. Нанокристаллические материалы. Фуллериты. Фотонные кристаллы. Нанокомпозиты (матричные и сверхрешетки). Наноаэрогели. 3.17 Применение наноматериалов в электронике, энергетике, химической промышленности, биологии и медицине и пр.		
ПК-2/НА Готов проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нанои микросистемной техники	1. Знает основные методики экспериментальных исследований синтеза и анализа материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	Дидактическая единица:3 Наноматериалы и способы их получения 3.4 Нанолитография Дидактическая единица:4 Основные методы диагностики наноматериалов 4.1 Исследование морфологии поверхности эпитаксиальных структур методом атомно-силовой микроскопии 4.2 Изучение структуры поверхности методом туннельно-зондовой микроскопии 4.3 Изучение реконструкции поверхности кремния методом дифракции быстрых электронов на отражение 4.18 Дифракционные методы. Сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия. Рентгеновский микроанализ. Сканирующие зондовые методы. Химическая диагностика: оптическая, электронная, ионная спектроскопии. Способы		Зачет, вопросы...31-38

		определения поверхностной энергии.		
ПК-2/НА	3. Владеет навыками выбора оптимальных методов проведения исследований материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	Дидактическая единица:2 Размерные эффекты в наноструктурах 2.8 Тепловые свойства наноматериалов. Оптические свойства наноматериалов. Механические свойства наноматериалов. Квантование энергетического спектра наноматериалов. Дидактическая единица:4 Основные методы диагностики наноматериалов 4.1 Исследование морфологии поверхности эпитаксиальных структур методом атомно-силовой микроскопии 4.2 Изучение структуры поверхности методом туннельно-зондовой микроскопии 4.3 Изучение реконструкции поверхности кремния методом дифракции быстрых электронов на отражение		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 (модулю), соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ПК-1/НА, ПК-2/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-1/НА, ПК-2/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.