

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Нанотехнология в электронике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Технология и физико-химические свойства наноматериалов**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Говоров В.А.
	Идентификатор	R7859ba37-GovorovVA-8052162c

(подпись)

В.А. Говоров

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень,
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Холодный Д.С.
	Идентификатор	R0bac9dac-KholodnyDS-6393810f

(подпись)

Д.С.
Холодный

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень,
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Славинский А.З.
	Идентификатор	R99b3b9ab-SlavinskyAZ-c08f5214

(подпись)

А.З.
Славинский

(расшифровка
подписи)

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-3 Способен участвовать в проведении технологических процессов изготовления материалов электронной техники, микро- и нанoeлектроники
ИД-2 Знает об физико-химических основах 9 технологических процессов изготовления материалов электронной техники, микро- и нанoeлектроники
2. ПК-4 Способен участвовать в проектировании интегральных схем
ИД-2 Демонстрирует знание соответствия технологии производства и процесса проектирования интегральных схем
3. ПК-8 способен осуществлять организацию и проведение экспериментальных работ по отработке и внедрению новых материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники
ИД-2 Инструктаж исполнителей экспериментальных работ в области производства изделий микроэлектроники
ИД-3 Формирование заявок на приобретение материалов и комплектующих для производства изделий микроэлектроники
ИД-4 Разработка рекомендаций по корректировке и оптимизации параметров и режимов технологических процессов производства изделий микроэлектроники
ИД-6 Анализ влияния параметров и режимов технологических операций производства изделий микроэлектроники на параметры качества опытных образцов изделий микроэлектроники
ИД-9 Контроль и проведение измерений выходных параметров изделий на каждом технологическом этапе производства изделий микроэлектроники
ИД-10 Проведение контрольно-измерительных мероприятий и испытаний макетов и опытных образцов изделий микроэлектроники

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. КМ-3. Гранулометрия частиц, заряд поверхности частиц. (Лабораторная работа)
2. КМ-4. Течение и деформация жидких и жидкоподобных систем (Лабораторная работа)

Форма реализации: Защита задания

1. КМ-5. Расчетное задание (Реферат)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1. Структура частиц, зародышей, кристаллов, пленок (Контрольная работа)
2. КМ-2. Основы коллоидной химии. Основы термодинамики дисперсных систем (Эссе)

БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	8	10	14	16
Способы изготовления субмикросталлических и нанопорошков						
Основы термодинамики сплошных сред.			+	+	+	+
Методы изготовления порошков помолом.					+	+
Основы коллоидной химии	+			+	+	
Реология дисперсных систем.			+	+	+	+
Получение наночастиц конденсацией			+	+	+	+
Методы анализа нанообъектов.						
Атомно силовая микроскопия Гранулометрический анализ. Рентгенофазовый анализ. Электронная микроскопия.	+			+	+	+
Гранулометрический анализ.					+	
Рентгенофазовый анализ.					+	+
Электронная микроскопия.	+			+	+	+
	Вес КМ:	20	20	20	20	20

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-3	ИД-2ПК-3 Знает об физико-химических основах 9 технологических процессов изготовления материалов электронной техники, микро- и нанoeлектроники	Знать: условия изготовления и тестирования материалов нанoeлектроники; Уметь: выбирать технологические процессы изготовления материалов для нанoeлектроники;	КМ-4. Течение и деформация жидких и жидкоподобных систем (Лабораторная работа) КМ-5. Расчетное задание (Реферат)
ПК-4	ИД-2ПК-4 Демонстрирует знание соответствия технологии производства и процесса проектирования интегральных схем	Знать: физическую основу и методологию методов анализа нанообъектов и наноматериалов Уметь: определять набор методов анализа для контроля технологического процесса получения нанообъектов	КМ-4. Течение и деформация жидких и жидкоподобных систем (Лабораторная работа)
ПК-8	ИД-2ПК-8 Инструктаж исполнителей экспериментальных работ в области производства изделий микроэлектроники	Знать: основные методы анализа нанообъектов Уметь: определять набор анализов для конкретного	КМ-1. Структура частиц, зародышей, кристаллов, пленок (Контрольная работа) КМ-3. Гранулометрия частиц, заряд поверхности частиц. (Лабораторная работа) КМ-4. Течение и деформация жидких и жидкоподобных систем (Лабораторная работа)

		нанообъекта	
ПК-8	ИД-3 _{ПК-8} Формирование заявок на приобретение материалов и комплектующих для производства изделий микроэлектроники	Знать: основные методы исследования состава и структуры материалов; Уметь: обосновать эффект использования наноматериалов	КМ-1. Структура частиц, зародышей, кристаллов, пленок (Контрольная работа) КМ-3. Гранулометрия частиц, заряд поверхности частиц. (Лабораторная работа) КМ-4. Течение и деформация жидких и жидкоподобных систем (Лабораторная работа)
ПК-8	ИД-4 _{ПК-8} Разработка рекомендаций по корректировке и оптимизации параметров и режимов технологических процессов производства изделий микроэлектроники	Знать: физические эффекты взаимодействия различных типов излучения и материи; Уметь: планировать деятельность в лаборатории	КМ-3. Гранулометрия частиц, заряд поверхности частиц. (Лабораторная работа)
ПК-8	ИД-6 _{ПК-8} Анализ влияния параметров и режимов технологических операций производства изделий микроэлектроники на параметры качества опытных образцов изделий микроэлектроники	Знать: шкалы концентраций веществ Уметь: применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера;	КМ-3. Гранулометрия частиц, заряд поверхности частиц. (Лабораторная работа) КМ-4. Течение и деформация жидких и жидкоподобных систем (Лабораторная работа)
ПК-8	ИД-9 _{ПК-8} Контроль и проведение измерений выходных параметров изделий на каждом технологическом этапе производства изделий микроэлектроники	Знать: основы физико-механики Уметь: использовать математические модели для определения свойств материалов;	КМ-2. Основы коллоидной химии. Основы термодинамики дисперсных систем (Эссе) КМ-4. Течение и деформация жидких и жидкоподобных систем (Лабораторная работа) КМ-5. Расчетное задание (Реферат)

ПК-8	ИД-10 _{ПК-8} Проведение контрольно-измерительных мероприятий и испытаний макетов и опытных образцов изделий микроэлектроники	Знать: основные формулировки законов термодинамики сплошных сред; Уметь: использовать физические эффекты для исследования свойств материалов;	КМ-2. Основы коллоидной химии. Основы термодинамики дисперсных систем (Эссе) КМ-5. Расчетное задание (Реферат)
------	---	--	---

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. КМ-1. Структура частиц, зародышей, кристаллов, пленок

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Учащиеся получают 3 контрольных вопроса на которые они должны письменно ответить в течение недели. К ответу каждого учащегося задается 2-3 дополнительных уточняющих вопроса на понимание по результатам ответа на которые принимается решение об оценке за контрольное мероприятие.

Краткое содержание задания:

В ходе выполнения работы необходимо обосновать ответ о процессах фазообразования используя термодинамические законы. Обоснование требуется как в виде логических выводов так и с применением математического аппарата.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: определять набор анализов для конкретного нанобъекта	1.КМ-1. уметь 3 Предложите методы контроля роста зародышей в растворе или расплаве.
Уметь: обосновать эффект использования наноматериалов	1.КМ-1. уметь 1 Опишите что такое изохорный, изобарный, изотермический и адиабатический процессы 2.КМ-1. уметь 2 Опишите процесс роста зародыша в зависимости от параметров системы - температуры, давления, концентрации компонентов

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-2. КМ-2. Основы коллоидной химии. Основы термодинамики дисперсных систем

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Эссе

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Учащиеся получают 3 контрольных вопроса на которые они должны письменно ответить в течение недели. К ответу каждого учащегося задается 2-3 дополнительных уточняющих вопроса на понимание по результатам ответа на которые принимается решение об оценке за контрольное мероприятие.

Краткое содержание задания:

В ходе выполнения работы необходимо обосновать ответ о процессах получения и исследования нанообъектов. Обоснование требуется как в виде логических выводов так и с применением математического аппарата.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные формулировки законов термодинамики сплошных сред;	1.КМ-2. знать 1. Что такое нанокристалл, монокристалл, мульткристалл? 2.КМ-2. знать 2 Как получить наночастицы осаждением из раствора? какие параметры требуется контролировать
Уметь: использовать математические модели для определения свойств материалов;	1.КМ-2. уметь 1 Опишите диффузию наночастиц в растворе при соотношении размеров молекул растворителя и наночастиц как 1:100

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-3. Км-3. Гранулометрия частиц, заряд поверхности частиц.

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Учащимся предоставляется методическая разработка по теме лабораторной работы. Учащиеся готовятся к собеседованию для допуска к лабораторной работе. Затем они проходят лабораторную работу с оборудованием и подготавливают отчет о выполнении работы, который защищают.

Краткое содержание задания:

ознакомление с методами основанными на динамическом светорассеянии позволяющими измерить размер частиц в дисперсной фазе, дзета-потенциал частиц, молекулярную массу крупных полимерных молекул и определить микровязкость дисперсной фазы.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные методы исследования состава и структуры материалов;	1.Км-3. знать 4. Объясните физический смысл Дзета-потенциала
Знать: физические эффекты взаимодействия различных типов излучения и материи;	1.Км-3. знать 4. В чем заключается отличие измерений размера частиц в проходящем пучке и отраженном свете. 2.Км-3. знать 6. В чем состоит суть поправок Релея и Фаунтгофера при определении интенсивности рассеянного частицами света.
Знать: шкалы концентраций веществ	1.Км-3. знать 5. Что описывают параметры D50 D90 D95?
Уметь: определять набор анализов для конкретного нанообъекта	1.Км-3. уметь 5 Предложите методы анализа размера частиц сажи, графита и графена
Уметь: планировать деятельность в лаборатории	1.Км-3. уметь 6 Предложите методику контроля размера частиц при получении пасты оксида алюминия методом помола
Уметь: применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера;	1.Км-3. уметь 4 Предложите последовательность подготовки образца пигмента для синих чернил для определения размера частиц

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-4. КМ-4. Течение и деформация жидких и жидкоподобных систем

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Учащимся предоставляется методическая разработка по теме лабораторной работы. Учащиеся готовятся к собеседованию для допуска к лабораторной работе. Затем они проходят лабораторную работу с оборудованием и подготавливают отчет о выполнении работы, который защищают.

Краткое содержание задания:

Определение различных характеристик дисперсии при помощи реометра Kinexus PRO. Приобретение основных навыков работы с реометром и начальных навыков анализа дисперсии исходя из полученных графиков зависимостей.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: физическую основу и методологию методов анализа нанообъектов и наноматериалов	1.КМ-4.С какой целью происходит термостатирование образца? 2.Что позволяет выяснить тест вязкости от скорости сдвига?
Знать: основные методы анализа нанообъектов	1.Что позволяет выяснить тест на тиксотропность? 2.Что позволяет выяснить тест развертки по амплитуде? 3.Что позволяет выяснить тест развертки по частоте?
Знать: основные методы исследования состава и структуры материалов;	1.Зачем нужны различные геометрии, и каких типов они бывают?
Знать: шкалы концентраций веществ	1.Что такое вязкость и от чего она зависит?
Знать: основы физико-механики	1.Расскажите последовательность действий при подготовке реометра и образца к измерениям и последовательность действий после проведения измерений. 2.Какие существуют модели для описания жидкостей?
Уметь: выбирать технологические процессы изготовления материалов для наноэлектроники;	1.Предложите методологию анализа свойств и структуры раствора полимера 2.Предложите методологию стабилизации наполненной суспензии
Уметь: определять набор методов анализа для контроля технологического процесса получения нанообъектов	1.Предложите методологию анализа свойств и структуры эмульсии 2.Опишите критерии стабильности эмульсии при контроле методами ротационной реометрии
Уметь: применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера;	1.Предложите методологию анализа свойств и структуры суспензии

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-5. КМ-5. Расчетное задание

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Реферат

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Группа студентов делится на подгруппы состоящие из 3-4 человек. В начале семестра каждая подгруппа получает тему для подготовки аналитического обзора. В течение семестра подгруппа готовит текст на заданную тему по материалам доступным в открытой печати. По ходу выполнения работы подгруппа консультируется с преподавателем. По материалам подготовленного текста подгруппа готовит 10 минутный доклад.

Краткое содержание задания:

Подготовка текста осуществляется по заданной теме на основе анализа литературных данных

Контрольные вопросы/задания:

Знать: условия изготовления и тестирования материалов нанoeлектроники;	1.КМ-5 знать 1. Проектирование электронагревательной печи. 2.КМ-5 знать 2. Разработка материала сегнетоэлектрика
Уметь: выбирать технологические процессы изготовления материалов для нанoeлектроники;	1.КМ-5 уметь 2. Формировать требования к технологии производства материалов
Уметь: использовать математические модели для определения свойств материалов;	1.КМ-5 уметь 3. Формулировать задачи при разработке новых материалов
Уметь: использовать физические эффекты для исследования свойств материалов;	1.КМ-5 уметь 1. Интерпретировать результаты анализа материалов 2.КМ-5 уметь 4. Базовые навыки владения методами анализа материалов 3.КМ-5 уметь 5. Базовые методы тестирования физико-механических и физико-химических свойств материалов

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Билет состоит из одного вопроса, который представляет собой запрос на описание технологии получения нанобъекта или описание базового термодинамического принципа для дисперсных систем

Процедура проведения

Учащиеся получают по одному индивидуальному вопросу за 2-3 недели до сдачи зачета. Учащиеся готовят ответ в виде доклада или презентации, рассчитанной на 10 минут выступления. Предварительно текст ответа может быть представлен преподавателю в том случае если у учащегося возникли сложные вопросы. Процесс сдачи зачета предполагает наличие нескольких дополнительных и уточняющих вопросов от преподавателя для контроля усвоения материала студентом. При сдаче возможна дискуссия призванная продемонстрировать что учащийся способен отстоять свою позицию и сформировать более глубокое понимание в представленной теме.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-3 Знает об физико-химических основах 9 технологических процессов изготовления материалов электронной техники, микро- и наноэлектроники

Вопросы, задания

- 1.билет 13. Предложите метод нанесения защитного слоя состоящего из карбида кремния на поверхность стали. Определите наиболее принципиальные свойства для такого покрытия. Определите методы промышленного нанесения покрытия и методы контроля качества такого покрытия в промышленности.
- 2.билет 15. Предложите методы нанесения изоляционного слоя в транзисторе на поверхности монокристалла полупроводникового кремния для создания процессора. Опишите методы контроля поверхности пластины кремния по составу и структуре.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Знать 5. Какие методы получения наночастиц Вы знаете?

Ответы:

Методы от крупного к мелкому, методы помола, методы конденсации, методы распылительной сушки и конденсации из газовой фазы

Методы основанные на помоле, методы основанные на конденсации твердой фазы Помол и измельчение, распылительная сушка, конденсация из газовой фазы

Верный ответ: Методы от крупного к мелкому, методы помола, методы конденсации, методы распылительной сушки и конденсации из газовой фазы

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-4 Демонстрирует знание соответствия технологии производства и процесса проектирования интегральных схем

Вопросы, задания

1. билет 1. Предложите метод получения и характеристики пигмента черного цвета. Оцените размер частиц, который можно получить предложенным вами методом, определите среду и условия стабильности частиц. Предложите методы анализа размера и состава частиц. Предложите метод контроля качества промышленного получения пигмента.
2. билет 4. Предложите метод получения частиц металлического никеля в органическом пластификаторе для магнитной краски серебрянки. Оцените размер частиц, который можно получить предложенным вами методом, определите среду и условия стабильности частиц. Предложите методы анализа размера и состава частиц. Предложите метод контроля качества промышленного получения краски.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Знать 7. Какие методы определения размера частиц используются для дисперсных систем

Ответы:

Методы основанные на светорассеянии

Статическое светорассеяние, динамическое светорассеяние, микроскопия оптическая и электронная

Методы основанные на рассеянии света частицами, микроскопия, рентгеновская дифракция

Верный ответ: Статическое светорассеяние, динамическое светорассеяние, микроскопия оптическая и электронная

3. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-8 Инструктаж исполнителей экспериментальных работ в области производства изделий микроэлектроники

Вопросы, задания

1. билет 9. Предложите модель реактора для получения порошка оксида титана. Обоснуйте свое техническое решение, предложите методы контроля качества продукции.
2. билет 10. Что такое сфера Эвальда. Объясните условия появления дифракции в случае электронного и рентгеновского излучения.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Знать 6. Как описывается характер течения дисперсных систем

Ответы:

Для описания используются общие представления о вязкости неньютоновской жидкости, представления о тиксотропии, представления о густоте, упругости и комплексной вязкости

Для описания используются общие представления о вязкости жидкости, представления о густоте, модуле упругости и модуле вязкости и о стабильности течения и деформации

Для описания используются общие представления о вязком течении неньютоновской жидкости, представления о тиксотропии, о наличии или отсутствии предела упругости и предела текучести, представления о густоте, упругости и комплексной вязкости

Верный ответ: Для описания используются общие представления о вязком течении неньютоновской жидкости, представления о тиксотропии, о наличии или отсутствии предела упругости и предела текучести, представления о густоте, упругости и комплексной вязкости

4. Компетенция/Индикатор: ИД-3_{ПК-8} Формирование заявок на приобретение материалов и комплектующих для производства изделий микроэлектроники

Вопросы, задания

1. билет 2. Предложите метод получения и характеристики пигмента красного цвета. Оцените размер частиц, который можно получить предложенным вами методом, определите среду и условия стабильности частиц. Предложите методы анализа размера и состава частиц. Предложите метод контроля качества промышленного получения пигмента.
2. билет 11. Предложите варианты введения пигмента в изоляцию кабеля для увеличения электросопротивления изоляционного материала.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Знать 8. Какие методы используются для анализа тонких пленок

Ответы:

Электронная микроскопия и рентгеновская дифракция
Электронная микроскопия, методы сканирующей туннельной микроскопии и атомно силовой микроскопии, рентгеновская дифракция, профилометрия
Туннельная микроскопия и атомно силовая микроскопия, электронная микроскопия
Верный ответ: Электронная микроскопия, методы сканирующей туннельной микроскопии и атомно силовой микроскопии, рентгеновская дифракция, профилометрия

5. Компетенция/Индикатор: ИД-4_{ПК-8} Разработка рекомендаций по корректировке и оптимизации параметров и режимов технологических процессов производства изделий микроэлектроники

Вопросы, задания

1. билет 6. Предложите метод нанесения защитного слоя состоящего из карбида кремния на поверхность стали. Определите наиболее принципиальные свойства для такого покрытия. Определите методы промышленного нанесения покрытия и методы контроля качества такого покрытия в промышленности.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Знать 3. Как описывается кинетика зародышеобразования

Ответы:

Для описания кинетики зародышеобразования используется понятие энергетического барьера и вероятности флуктуаций состава
Для описания кинетики зародышеобразования используется понятие энергетического барьера, понятий о пересыщенности и неустойчивости системы и вероятности флуктуаций состава
Для описания кинетики зародышеобразования используется понятие энергетического барьера, понятий о пересыщенности и неустойчивости системы, зависимости скорости конденсации от разности химического потенциала в устойчивом и неустойчивом состоянии и вероятности флуктуаций состава

Верный ответ: Для описания кинетики зародышеобразования используется понятие энергетического барьера, понятий о пересыщенности и неустойчивости системы и вероятности флуктуаций состава

6. Компетенция/Индикатор: ИД-6_{ПК-8} Анализ влияния параметров и режимов технологических операций производства изделий микроэлектроники на параметры качества опытных образцов изделий микроэлектроники

Вопросы, задания

- 1.билет 7. Предложите метод получения полимерного электроизоляционного материала с пигментом, позволяющим устойчивость полимера к воздействию света. Вариант изоляционного материала может быть любым из тех, что применяются в современном производстве. Предложите методы оценки качества полученного материала.
- 2.билет 8. Предложите методы нанесения изоляционного слоя в транзисторе на поверхности монокристалла полупроводникового кремния для создания процессора. Размер транзистора должен быть предельно минимален.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Знать 2. Как описывается структура кристалла

Ответы:

Для описания кристалла используются понятия элементарной ячейки и периода повторяемости

Кристалл описывается как трехмерная периодическая структура в которой выделяется элементарная ячейка

Кристалл описывается с использованием элементов симметрии, понятий о периоде повторяемости и элементарной ячейки

Верный ответ: Кристалл описывается как трехмерная периодическая структура в которой выделяется элементарная ячейка

7. Компетенция/Индикатор: ИД-9_{ПК-8} Контроль и проведение измерений выходных параметров изделий на каждом технологическом этапе производства изделий микроэлектроники

Вопросы, задания

- 1.билет 3. Предложите метод получения электрокаталитически активного слоя для топливного элемента. Состав слоя сажа и платина. Необходимо добиться минимального содержания платины при максимальном ее распределении в саже. Учитывайте разницу в плотности сажи и платины

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Знать 1. Что такое фазовая диаграмма, что она описывает.

Ответы:

Графическое изображение фазового равновесия в поле параметров

Графическое отображение уравнения фазового равновесия

Фазовые состояния термодинамической системы в зависимости от термодинамических параметров

Верный ответ: Графическое изображение фазового равновесия в поле параметров

8. Компетенция/Индикатор: ИД-10_{ПК-8} Проведение контрольно-измерительных мероприятий и испытаний макетов и опытных образцов изделий микроэлектроники

Вопросы, задания

- 1.билет 5. Предложите метод роста ориентированной пленки титаната бария на поверхности монокристалла оксида магния. Предложите методы контроля состава, кристаллической структуры и микроструктуры пленки.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Знать 9. Что такое эпитаксиальный рост.

Ответы:

- а) Рост пленки повторяющей структуру подложки.
- б) Рост ориентированной тонкой пленки структурно похожей на подложку
- в) Формирование ориентированных зародышей кристалла на поверхности подложки

Верный ответ: б) Рост ориентированной тонкой пленки структурно похожей на подложку

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу