

**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  
Физика композиционных материалов**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	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)

## 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-1 Знает базовые технологические процессы изготовления материалов электронной техники, микро- и нанoeлектроники

ИД-2 Знает об физико-химических основах 9 технологических процессов изготовления материалов электронной техники, микро- и нанoeлектроники

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Защита задания

1. КМ-4. Расчетное задание (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1. Моделирование процессов переноса в композиционных материалах (Контрольная работа)

2. КМ-2. Протекание в композиционных материалах (Контрольная работа)

3. КМ-3. Нанокompозиты (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	7	10	13
Основы физики композиционных материалов					
1. Основные понятия в области композиционных материалов нанoeлектроники	+				
2. Конденсированная среда: общие характеристики, химическая связь	+				
3. Дислокации в твердых телах	+				
4. Атомное и молекулярное упорядочения	+				
Процессы протекания, перкогация и фрактальные характеристики композиционных материалов					
5. Особенности кластерных кристаллических образований			+		

6. Самоорганизация		+		
7. Связь электроники и квантовой физики		+		
8. Простейшие виды низкоразмерных объектов		+		
9. Атомное молекулярное упорядочение			+	
10. Особенности свойств, связанные с малым размером частиц			+	
Особенности структуры и свойств, связанные с малым размером частиц				
11. Структура поверхности и межфазных границ			+	
12. Нуклеация и рост нанокластеров			+	
Электрическая проводимость сложных гетерогенных систем				
13. Твердотельные химические реакции				+
14. Нанокерамики и нанокompозиты				+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$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-1 <sub>ПК-3</sub> Знает базовые технологические процессы изготовления материалов электронной техники, микро- и нанoeлектроники	Знать: 2. основные физико-математические модели, используемые в области физики полупроводниковых композиционных материалов 1. основные процессы, протекающих в композиционных материалах электронной техники, Уметь: 2. объяснять на основе физико-математических моделей характеристики полупроводниковых композиционных материалов 1. применять физико-математические модели при разработке композиционных материалов	КМ-1. Моделирование процессов переноса в композиционных материалах (Контрольная работа) КМ-3. Нанокomпозиты (Контрольная работа)

ПК-3	ИД-2 <sub>ПК-3</sub> Знает об физико-химических основах 9 технологических процессов изготовления материалов электронной техники, микро- и наноэлектроники	Знать: 4. физико-химические свойства композиционных материалов; 3. влияние структурных характеристик на свойства композиционных материалов; Уметь: 4. рассчитывать электрические характеристики полупроводниковых композиционных материалов для различных областей их использования 3. интерпретировать электрофизические характеристики полупроводниковых и диэлектрических композиционных материалов	КМ-2. Протекание в композиционных материалах (Контрольная работа) КМ-4. Расчетное задание (Расчетно-графическая работа)
------	---	---	--

## **II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания**

### **КМ-1. КМ-1. Моделирование процессов переноса в композиционных материалах**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** письменный ответ

**Краткое содержание задания:**

Моделирование процессов переноса в композиционных материалах

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: 1. основные процессы, протекающих в композиционных материалах электронной техники,	1.КМ-1. .3. моделирование процессов переноса в оксиде алюминия 2.КМ-1. .5. моделирование процессов переноса в оксиде кремния 3.КМ-1. .6. моделирование процессов переноса в рутиле
Знать: 2. основные физико-математические модели, используемые в области физики полупроводниковых композиционных материалов	1.КМ-1. .1. моделирование процессов переноса в неорганическом композиционном материале 2.КМ-1. .2. моделирование процессов переноса в органическом композиционном материале

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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. Протекание в композиционных материалах**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** письменная работа

**Краткое содержание задания:**

перколяция в керамике

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: 3. влияние структурных характеристик на свойства композиционных материалов;	1.КМ-2. перколяция в смешанных оксидных материалах 2.КМ-2. перколяция в полимерах
Знать: 4. физико-химические свойства композиционных материалов;	1.КМ-2. перколяция в оксидных керамиках 2.КМ-2. перколяция в ПВХ композитах

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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. Нанокompозиты**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** письменная работа

**Краткое содержание задания:**

расчет магнитных свойств композитов

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: 1. применять физико-математические модели при разработке композиционных материалов	1.КМ-3. оценивать электропроводимость композиционных материалов 2.КМ-3. оценивать теплопроводимость композиционных материалов 3.КМ-3. оценивать проченость композиционных материалов
Уметь: 2. объяснять на основе физико-математических моделей характеристики полупроводниковых композиционных материалов	1.КМ-3. оценивать эpsilon (комплексную диэлектрическую проницаемость) композиционных материалов 2.КМ-3. оценивать предельную температуру композиционных материалов

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60

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. Расчетное задание**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** презентация

**Краткое содержание задания:**

расчет перколяционной проводимости композиционного материала

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: 3. интерпретировать электрофизические характеристики полупроводниковых и диэлектрических композиционных материалов	1.КМ-4. рассчитывать проводимость композиционного материала 2.КМ-4. рассчитывать эпсилон композиционного материала
Уметь: 4. рассчитывать электрические характеристики полупроводниковых композиционных материалов для различных областей их использования	1.КМ-4. рассчитывать поверхностной проводимости композиционного материала 2.КМ-4. рассчитывать проводимость композиционного материала 3.КМ-4. рассчитывать теплопроводность композиционного материала

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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: 60

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

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

- 1 Какими признаками обладают КМ?
- 2 Какие металлы применяются для металлических матриц?
- 3 Назовите шесть полимеров полимерных матриц.

### Процедура проведения

письменная

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-3</sub> Знает базовые технологические процессы изготовления материалов электронной техники, микро- и нанoeлектроники

### Вопросы, задания

- 1.вопрос 4. Поясните состав групп керамических матриц.
- 2.вопрос 5. Поясните какие разновидности проволоки применяют в качестве металлических во-
- 3.вопрос 6. Как получают стекловолокна?
- 4.вопрос 7. Получение углеродных волокон.
- 5.вопрос 8. Получение изделий из КМ методом вакуумного формования.
- 6.вопрос 9. Получение изделий из КМ по технологии пропитки под давлением.
- 7.вопрос 10. Получение изделий из КМ вакуумно-автоклавным формованием.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. вопрос 1 **Композиционные материалы (КМ)** — это материалы, обладающие следующей совокупностью признаков:

Ответы:

- 1) состоят из двух или более компонентов, различающихся по своему химическому составу и разделенных выраженной границей;
- 2) имеют новые свойства, отличающиеся от свойств, составляющих эти материалы компонентов;
- 3) неоднородны в микромасштабе и однородны в макромасштабе;
- 4) свойства определяются каждым из компонентов, которые в связи с этим должны содержаться в материале в достаточно большом количестве (больше некоторого критического значения).

Верный ответ: вопрос 1 все ответы правильные

2. вопрос 2. Композиционные материалы классифицируют по следующим основным признакам:

Ответы:

- 1) типу матрицы,
- 2) виду армирующего элемента,
- 3) особенностям макростроения

4) методам получения.

Верный ответ: вопрос 2 все ответы правильные

3. вопрос 3. По типу материала матрицы КМ могут быть:

Ответы:

1. полимерные (термопласты, реактопласты, смеси);
2. металлические (в том числе материалы, получаемые методами порошковой металлургии, и сплавы, состоящие из макронеоднородных фаз);
3. неорганические (неорганические полимеры, минералы, углерод, керамика);
4. комбинированные (полиматричные).

Верный ответ: вопрос 3. все ответы правильные

4. вопрос 4. К твердофазным методам относятся

Ответы:

- 1) прессование,
- 2) прокатка,
- 3) экструзия,
- 4) ковка,
- 5) штамповка,
- 6) уплотнение взрывом и другими динамическими методами, диффузионная сварка,
- 7) волочение и т. п.

Верный ответ: вопрос 4. 1) прессование, 2) прокатка, 3) экструзия, 4) ковка, 5) штамповка, 6) уплотнение взрывом и другими динамическими методами, диффузионная сварка, 7) волочение и т. п.

5. вопрос 5.

Основным недостатком КМ с одно- и двумерным армированием является

- 1) низкое сопротивление межслойному сдвигу и
- 2) поперечному обрыву.

какие материалы лишены этих недостатков

Ответы:

1. С нитями, в качестве армирующих элементов
2. с объемным армированием.
3. С эллипoidalными включениями

Верный ответ: Вопрос 5, правильный ответ 2. с объемным армированием.

6. вопрос 6.

В дисперсно-упрочненных КМ (в отличие от волокнистых) основным элементом, несущим нагрузку, является матрица, а дисперсные частицы

тормозят в ней движение дислокации. Высокая прочность достигается при размере частиц

Ответы:

- 1) 10...500 нм,
- 2) среднем расстоянии между ними 100...500 нм
- 3) их равномерном распределении в матрице

Верный ответ: вопрос 6. все ответы правильные

7. вопрос 7. Связующими веществами полимерных КМ являются природные

Ответы:

1. Природные (смолы различного состава, каучук) и искусственные (получаемые переработкой природных материалов или синтезированные) вещества.
2. Пластификаторы
3. Растворители
4. Отвердители

Верный ответ: вопрос 7. Правильный ответ 1.

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

### **Вопросы, задания**

- 1.вопрос 11. Получение изделий из полимерных композитов прямым прессованием.
- 2.вопрос 12. Получение изделий из полимерных композитов литьевым прессованием.
- 3.вопрос 13. Получение изделий из полимерных композитов по технологии формообразования
- 4.вопрос 14. Перечислите три класса соединений деталей из КМ.
- 5.вопрос 15. Особенности резки КМ ножницами, дисковыми и ленточными пилами
- 6.вопрос 16. Шлифование, хонингование и притирка поверхностей изделий из КМ.
- 7.вопрос 17. Углерод-углеродные керамические материалы.
- 8.вопрос 18. Формование изделий из полимерных материалов методом экструзии.

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1.вопрос 8.

Иммерсионным называется смачивание:

Ответы:

- 1) при полном погружении твердого тела в жидкость;
- 2) при частичном погружении твердого тела в жидкость;
- 3) при соприкосновении жидкости с поверхностью твердого тела;
- 4) при отсутствии контакта жидкости с поверхностью твердого тела.

Верный ответ: вопрос 8. правильный ответ 1).

2.вопрос 9.

Контактное смачивание характеризуется:

Ответы:

- 1) теплотой смачивания;
- 2) краевым углом смачивания;
- 3) поверхностным натяжением жидкости;
- 4) поверхностной энергией твердого тела

Верный ответ: вопрос 9. правильный ответ 2).

3.вопрос 10.

В контактном смачивании участвуют:

Ответы:

- 1) две фазы: жидкость/твердое тело;
- 2) три фазы: газ/ жидкость/твердое тело;
- 3) четыре фазы: газ/ жидкость(1)/жидкость (2)/твердое тело;
- 4) две фазы: жидкость/газ;
- 5) две фазы: твердое тело/газ.

Верный ответ: вопрос 10. правильный ответ 2) и 3).

### **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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: 60*

*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***

стандартные