

**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 диэлектриков**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель  
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мирошниченко А.Ю.
	Идентификатор	Rpa1ba695-MiroshnichenAY-fd29ca

А.Ю.  
Мирошниченко  
(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

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

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: Письменная работа

1. Км -1. Физические явления в диэлектриках (Контрольная работа)

2. Км-2. Механизмы поляризации в диэлектриках (Контрольная работа)

3. Км-3. Теория электропроводности в диэлектриках (Контрольная работа)

4. КМ-4. Теория диэлектрических потерь (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Введение в физику диэлектриков. Физические явления в диэлектриках					
Введение в физику диэлектриков. Физические явления в диэлектриках	+				
Механизмы поляризации в диэлектриках					
Механизмы поляризации в диэлектриках			+		
Теория электропроводности в диэлектриках					
Теория электропроводности в диэлектриках				+	
Теория диэлектрических потерь					
Теория диэлектрических потерь					+
	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: различные методы контроля параметров диэлектрических материалов, используемых в электронной технике, микро- и нанoeлектронике; Уметь: прогнозировать изменение свойств материалов при изменении внешних условий или воздействий тепловых, электрических, магнитных полей, радиационных воздействий и др.;	Км -1. Физические явления в диэлектриках (Контрольная работа) Км-3. Теория электропроводности в диэлектриках (Контрольная работа)
ПК-3	ИД-2 <sub>ПК-3</sub> Знает об физико-химических основах 9 технологических процессов изготовления материалов электронной техники, микро- и нанoeлектроники	Знать: основные принципы использования физических и математических моделей явлений и процессов, протекающих в материалах электронной техники, микро- и нанoeлектроники Уметь:	Км-2. Механизмы поляризации в диэлектриках (Контрольная работа) КМ-4. Теория диэлектрических потерь (Контрольная работа)

		использовать физические законы и математические модели для описания процессов, происходящих в различных материалах;	
--	--	---	--

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

### КМ-1. Км -1. Физические явления в диэлектриках

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Писменные ответы на вопросы задания

#### Краткое содержание задания:

Дать развернутые ответы на вопросы индивидуального задания

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: различные методы контроля параметров диэлектрических материалов, используемых в электронной технике, микро- и наноэлектронике;	1.Км -1. знать 1. Оптические эффекты в диэлектриках. 2.Км -1. знать 2. Оптические эффекты в диэлектриках. Фазовые переходы первого и второго рода. 3.Км -1. знать 3. Оптические эффекты в диэлектриках. Классификация, области применения диэлектрических материалов. 4.Км -1. знать 4. Оптические эффекты в диэлектриках. Явления, процессы, эффекты наблюдаемые при воздействии электрических, тепловых, магнитных полей на диэлектрик
---	---

#### 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. Механизмы поляризации в диэлектриках

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Писменные ответы на вопросы задания

**Краткое содержание задания:**

Дать развернутые ответы на вопросы индивидуального задания

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: основные принципы использования физических и математических моделей явлений и процессов, протекающих в материалах электронной техники, микро- и наноэлектроники</p>	<p>1.Км-2. Основные определения. Поляризуемость. Диэлектрическая проницаемость. Быстрые виды 2.Км-2. Классификация диэлектриков по механизмам поляризации 3.Км-2. Основные виды поляризации в газообразных, жидких и твердых диэлектриках. 4.Классификация механизмов поляризации, возникающей в отсутствие внешнего электрического поля.</p>
---	---

**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. Теория электропроводности в диэлектриках**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Писменные ответы на вопросы задания

**Краткое содержание задания:**

Дать развернутые ответы на вопросы индивидуального задания

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: прогнозировать изменение свойств материалов при изменении внешних условий или воздействий тепловых, электрических, магнитных полей, радиационных воздействий и др.;</p>	<p>1.Км-3.Какими способами определяется тип электропроводности диэлектриков? 2.Км-3.Как рассчитать энергию активации по температурной зависимости удельной электропроводности? 3.Км-3.уметь использовать кривые Пашена 4.уметь рассчитывать температурный коэффициент удельного сопротивления твердых диэлектриков</p>
---	--

**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. Теория диэлектрических потерь**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 25**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Писменные ответы на вопросы задания

#### **Краткое содержание задания:**

Дать развернутые ответы на вопросы индивидуального задания

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: использовать физические законы и математические модели для описания процессов, происходящих в различных материалах;	1.КМ-4. Как используются эквивалентные схемы замещения диэлектрика при расчете потерь? 2.КМ-4. В чем заключаются методы определения видов потерь в диэлектрике? 3.КМ-4. уметь экспериментально определять тангенс угла диэлектрических потерь
--	---

#### **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

## 5 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

- 1 Поляризация упруго связанных полярных молекул.
- 2 Разрядка двухслойного конденсатора с проводимостью отличной от нуля при постоянном напряжении.
- 3 Зависимость мощности потерь от температуры для полярных диэлектриков

### Процедура проведения

письменный ответ на вопросы билета

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

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

### Вопросы, задания

1. Вопросы по билетам (Раздел 3) 1. Ионная электропроводность жидких диэлектриков
2. Вопросы по билетам (Раздел 3) 2. Подвижность заряженных частиц в газе
3. Вопросы по билетам (Раздел 3) 3. Электропроводность стекол

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Концентрация носителей тока в твердых диэлектриках при нагреве

Ответы:

- 1 -монотонно возрастает
- 2 -монотонно убывает
- 3 -имеет максимум в температурном ходе

Верный ответ: 1 -монотонно возрастает

2. подвижность носителей тока в твердых диэлектриках при нагреве

Ответы:

- 1 -монотонно возрастает
- 2 -монотонно убывает
- 3 -имеет максимум в температурном ходе

Верный ответ: 3 -имеет максимум в температурном ходе

3. спадание тока в диэлектрике после включения напряжения обусловлено

Ответы:

- 1 - концентрацией носителей тока
- 2 - подвижностью носителей тока
- 3 - наличием релаксационных механизмов поляризации

Верный ответ: 3 - наличием релаксационных механизмов поляризации

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

### **Вопросы, задания**

1. Вопросы по билетам (Раздел 1) Температурный коэффициент диэлектрической проницаемости и примеры его расчета
2. Вопросы по билетам (Раздел 1) Электронная электропроводность твердых диэлектриков. Процессы, приводящие к возникновению электронов проводимости в твердых диэлектриках
3. Вопросы по билетам (Раздел 1) Развитие электрического разряда в газах
4. Вопросы по билетам (Раздел 2) 1. Поляризация дипольных кристаллов
5. Вопросы по билетам (Раздел 2) 2 Установление поляризации во времени
6. Вопросы по билетам (Раздел 2) 3 Действующее поле в диэлектрике
7. Вопросы по билетам (Раздел 2) 4 Уравнение Клаузиуса-Моссотти
8. Вопросы по билетам (Раздел 3) 4. Молионная электропроводность
9. Вопросы по билетам (Раздел 4) 1. Диэлектрические потери в газах
10. Вопросы по билетам (Раздел 4) 2. Зависимость потерь от частоты для полярных диэлектриков
11. Вопросы по билетам (Раздел 4) 3. Зависимость потерь от температуры для полярных диэлектриков
12. Вопросы по билетам (Раздел 4) 4. Потери в композиционных диэлектриках

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

1. диэлектрическая проницаемость неполярных диэлектриков от температуры

Ответы:

- 1 -монотонно возрастает
- 2 -монотонно убывает
- 3 -имеет максимум в температурном ходе

Верный ответ: 2 -монотонно убывает

### **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**

В системе БАРС выставляется итоговая оценка с учетом оценок по КМ в семестре и оценки, полученной на зачетном занятии