

**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 полупроводников**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Носова Ю.М.
	Идентификатор	R16b145c9-OzhoginaYM-ed80e72f

(подпись)


Ю.М. Носова

(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-2 Способен участвовать в проведении исследований материалов электронной техники, микро- и наноэлектроники

ИД-1 Демонстрирует знания методов контроля параметров материалов электронной техники, микро- и наноэлектроники

ИД-2 Обладает знаниями о структуре и физико-химических свойствах материалов электронной техники, микро- и наноэлектроники

ИД-3 Демонстрирует знания о физических и математических моделях явлений и процессов, протекающих в материалах электронной техники, микро- и наноэлектроники

2. ПК-3 Способен участвовать в проведении технологических процессов изготовления материалов электронной техники, микро- и наноэлектроники

ИД-1 Знает базовые технологические процессы изготовления материалов электронной техники, микро- и наноэлектроники

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

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. КМ-7. Контрольная работа № 3. Диффузия и дрейф неравновесных носителей заряда (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1. Тест № 1. Зонная структура полупроводниковых материалов. (Тестирование)

2. КМ-2. Тест № 2. Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках (Проверочная работа)

3. КМ-3. Тест № 3. Генерация и рекомбинация неравновесных носителей заряда (Контрольная работа)

4. КМ-4. Тест № 4. Контактные и поверхностные явления в полупроводниках (Контрольная работа)

5. КМ-5. Контрольная работа № 1. Статистика носителей заряда в полупроводниках (Контрольная работа)

6. КМ-6. Контрольная работа № 2. Кинетические явления в полупроводниках. (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

4 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %							
	Индекс	КМ-	КМ-	КМ-	КМ-	КМ-	КМ-	КМ-

	КМ:	1	2	3	4	5	6	7
	Срок КМ:	2	4	6	8	10	12	15
Зонная структура полупроводниковых материалов.								
1. Зонная структура полупроводниковых материалов.		+						
Статистика носителей заряда в полупроводниках								
2. Статистика носителей заряда в полупроводниках			+					
Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках								
3. Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках				+				
Кинетические явления в полупроводниках								
4. Кинетические явления в полупроводниках			+		+			
Генерация и рекомбинация неравновесных носителей заряда								
5. Генерация и рекомбинация неравновесных носителей заряда						+		
Диффузия и дрейф неравновесных носителей заряда								
6. Диффузия и дрейф неравновесных носителей заряда							+	
Контактные и поверхностные явления в полупроводниках								
7. Контактные и поверхностные явления в полупроводниках								+
Вес КМ:		10	15	15	15	15	15	15

§Общая часть/Для промежуточной аттестации§

### БРС курсовой работы/проекта

4 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
раздел 1 Ознакомление с заданием на проект, с методическими указаниями, литературными источниками		+			
раздел 2 поиск нетривиальных решений секулярного уравнения			+		
раздел 3 Вычисление энергетического спектра электронов для различных значений параметров.				+	
раздел 4 Анализ особенности зонной структуры					+
Вес КМ:		25	25	25	25

## 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-2	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знания методов контроля параметров материалов электронной техники, микро- и наноэлектроники	Знать: 2. основные электрические, магнитные и оптические свойства полупроводниковых материалов Уметь: 2. рассчитывать электрофизические характеристики полупроводниковых материалов	КМ-1. Тест № 1. Зонная структура полупроводниковых материалов. (Тестирование) КМ-2. Тест № 2. Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках (Проверочная работа) КМ-4. Тест № 4. Контактные и поверхностные явления в полупроводниках (Контрольная работа)
ПК-2	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Обладает знаниями о структуре и физико-химических свойствах материалов электронной техники, микро- и наноэлектроники	Знать: 3. наиболее существенные физические процессы, протекающие в полупроводниковых материалах Уметь: 3. оценивать пределы применимости классического подхода, роль и важность квантовых эффектов при описании физических процессов в	КМ-1. Тест № 1. Зонная структура полупроводниковых материалов. (Тестирование) КМ-4. Тест № 4. Контактные и поверхностные явления в полупроводниках (Контрольная работа)

		полупроводниковых материалах	
ПК-2	ИД-3 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знания о физических и математических моделях явлений и процессов, протекающих в материалах электронной техники, микро- и наноэлектроники	Знать: 4. методы определения электрофизических параметров полупроводниковых материалов Уметь: 4. прогнозировать изменение свойств полупроводниковых материалов при изменении внешних условий или воздействий	КМ-2.Тест № 2. Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках (Проверочная работа) КМ-5 .Контрольная работа № 1. Статистика носителей заряда в полупроводниках (Контрольная работа)
ПК-3	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Знает базовые технологические процессы изготовления материалов электронной техники, микро- и наноэлектроники	Знать: 5. основные положения, законы и методы естественных наук, используемые в области физики полупроводников Уметь: 5. применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	КМ-2.Тест № 2. Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках (Проверочная работа) КМ-6. Контрольная работа № 2. Кинетические явления в полупроводниках. (Контрольная работа)
ПК-3	ИД-2 <sub>ПК-3</sub> Знает об физико-химических основах 9 технологических процессов изготовления материалов электронной техники, микро- и	Знать: 6. основные характеристики полупроводников Уметь: 6. определять тип	КМ-3.Тест № 3. Генерация и рекомбинация неравновесных носителей заряда (Контрольная работа) КМ-7. Контрольная работа № 3. Диффузия и дрейф неравновесных носителей заряда (Контрольная работа)

	наноэлектроники	проводимости полупроводников	
--	-----------------	---------------------------------	--

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

### КМ-1. КМ-1. Тест № 1. Зонная структура полупроводниковых материалов.

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест № 1. Зонная структура полупроводниковых материалов.

#### Краткое содержание задания:

Тест № 1. Зонная структура полупроводниковых материалов.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: 2. основные электрические, магнитные и оптические свойства полупроводниковых материалов	1.КМ-1 вопрос 4. Особенности их кристаллической структуры и характер химических связей различных полупроводниковых материалов 2.1 вопрос 7. Зонная структура почти свободных электронов
Знать: 3. наиболее существенные физические процессы, протекающие в полупроводниковых материалах	1.КМ-1 вопрос 1. Вещества, относящиеся к полупроводникам 2.КМ-1 вопрос 2. Классификация полупроводниковых материалов. Элементарные полупроводники. Бинарные соединения. 3.КМ-1 вопрос 5. Уравнение Шредингера для кристалла 4.КМ-1 вопрос 6. Адиабатическое приближение и валентная аппроксимация 5.КМ-1 вопрос 8.. Энергетические зоны твердого тела

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Тест № 2. Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Тест № 2. Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Тест № 2. Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках

### КМ-2. КМ-2.Тест № 2. Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Проверочная работа



**Вес контрольного мероприятия в БРС: 15**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест № 2. Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках

**Краткое содержание задания:**

Тест № 2. Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: 4. методы определения электрофизических параметров полупроводниковых материалов	1.КМ-2 знать 6.Уровни акцепторов в полупроводниках типа алмаза и цинковой обманки 2.КМ-2 знать 7.Уровень Ферми
Знать: 5. основные положения, законы и методы естественных наук, используемые в области физики полупроводников	1.КМ-2 знать 1. Плотность квантовых состояний 2.КМ-2 знать 2. Функция распределения Ферми-Дирака и Максвелла-Больцмана 3.КМ-2 знать 3. Заполнение энергетических зон 4.КМ-2 знать 4. Плотность состояний 5.КМ-2 знать 5. Какими носителями электрического заряда создается ток в полупроводниках? 6.КМ-2 знать 8. Зоны Бриллюэна
Уметь: 2. рассчитывать электрофизические характеристики полупроводниковых материалов	1.КМ-2 уметь 2. Определять положение уровня Ферми

**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.Тест № 3. Генерация и рекомбинация неравновесных носителей заряда**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 15**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест № 3. Генерация и рекомбинация неравновесных носителей заряда

**Краткое содержание задания:**

Тест № 3. Генерация и рекомбинация неравновесных носителей заряда

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: 6. основные характеристики полупроводников	1.КМ-3 вопрос 1. Кинетическое уравнение Больцмана 2.КМ-3 вопрос 2. Равновесное состояние
---	---

**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.Тест № 4. Контактные и поверхностные явления в полупроводниках**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест № 4. Контактные и поверхностные явления в полупроводниках

**Краткое содержание задания:**

Тест № 4. Контактные и поверхностные явления в полупроводниках

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: 2. рассчитывать электрофизические характеристики полупроводниковых материалов	1.КМ-4уметь 2.. решать Уравнение Пуассона в двумерном случае 2.КМ-4 уметь 3. вычислять Контактную разность потенциалов
Уметь: 3. оценивать пределы применимости классического подхода, роль и важность квантовых эффектов при описании физических процессов в полупроводниковых материалах	1.КМ-4 уметь 1. решать Уравнение Пуассона в одномерном случае

**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-5. КМ-5 .Контрольная работа № 1. Статистика носителей заряда в полупроводниках**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа № 1. Статистика носителей заряда в полупроводниках

#### **Краткое содержание задания:**

Контрольная работа № 1. Статистика носителей заряда в полупроводниках

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: 4. прогнозировать изменение свойств полупроводниковых материалов при изменении внешних условий или воздействий	1.КМ-5 уметь 1. вычислять положение уровня Ферми в примесном полупроводнике 2.КМ-5 уметь 2. определять концентрацию электронов
---	---

#### **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-6. КМ-6. Контрольная работа № 2. Кинетические явления в полупроводниках.**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа № 2. Кинетические явления в полупроводниках.

#### **Краткое содержание задания:**

Контрольная работа № 2. Кинетические явления в полупроводниках.

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: 5. применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	1.КМ-6 уметь 1 вычислять время релаксации 2.КМ-6 уметь 2 вычислять поток ионов примеси 3.КМ-6 умет 3. определять коэффициенты диффузии
--	--

**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-7. КМ-7. Контрольная работа № 3. Диффузия и дрейф неравновесных носителей заряда****Формы реализации:** Компьютерное задание**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа № 3. Диффузия и дрейф неравновесных носителей заряда**Краткое содержание задания:**

Контрольная работа № 3. Диффузия и дрейф неравновесных носителей заряда

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: 6. определять тип проводимости полупроводников	1.КМ-7 уметь 1. вычислять профиль концентрации примеси 2.КМ-7 уметь 2. определять глубину залегания р-н перехода 3.КМ-7 уметь 3. пользоваться различными граничными условиями при вычисления профиля концентрации примесей
---	--

**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

## 4 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

Экзаменационный билет № XX.

1. Уравнение непрерывности. Вывод уравнения непрерывности.
2. Анализ диффузионной емкости p – n перехода.
3. Вычислите вероятность нахождения электронов на уровнях  $E_F+0.1$  эВ и  $E_F-0.1$  эВ при температуре 0К, 100К и 300К.

### Процедура проведения

ответ по билету устный

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знания методов контроля параметров материалов электронной техники, микро- и нанoeлектроники

### Вопросы, задания

1. экзамен вопрос 2. Элементарные полупроводники. Бинарные соединения. Окислы. Слоистые полупроводники. Органические полупроводники. Магнитные полупроводники

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. остаточные знания вопрос 4. Время жизни носителей

Ответы:

остаточные знания вопрос 4  $10^{-2}$   $10^{-4}$   $10^{-6}$

Верный ответ: остаточные знания вопрос 4  $10^{-6}$

2. остаточные знания вопрос 5. Какими носителями электрического заряда создается ток в полупроводниках?

Ответы:

остаточные знания вопрос 5

А) Только дырками

Б) Только дырками

В) Электронами и дырками

Верный ответ: остаточные знания вопрос 5 Правильный ответ В)

3. остаточные знания вопрос 6. Каким типом проводимости обладают полупроводники с акцепторной примесью

Ответы:

остаточные знания вопрос 6

А. В основном электронной

Б. В основном дырочной

В. Электронной и дырочной

Верный ответ: остаточные знания вопрос 6 вариант Правильный ответ Б)

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-2 Обладает знаниями о структуре и физико-химических свойствах материалов электронной техники, микро- и нанoeлектроники

### Вопросы, задания

- 1.экзамен вопрос 3. Структура полупроводников и типы проводимости.
- 2.экзамен вопрос 4. Плотность квантовых состояний

### Материалы для проверки остаточных знаний

1.остаточные знания вопрос 7 К полупроводнику р—n-типа подключен источник тока, минусом к р-области. Будет ли амперметр регистрировать ток в цепи?

Ответы:

остаточные знания вопрос 7

- А. Да
- Б. Нет
- В. Определенного ответа дать нельзя

Верный ответ: остаточные знания вопрос 7 вариант Правильный ответ Б)

2.остаточные знания вопрос 8 Какую проводимость может иметь база транзистора?

Ответы:

остаточные знания вопрос 8

- А. Может иметь дырочную или электронную проводимость
- Б. Только электронную проводимость
- В. Только дырочную проводимость

Верный ответ: остаточные знания вопрос 8 вариант Правильный ответ А)

3.остаточные знания вопрос 9..Полупроводники имеют носители заряда

Ответы:

остаточные знания вопрос 9

- 1) носителями зарядов являются электроны.
- 2) вещества, электропроводность которых обусловлена подвижностью положительно или отрицательно заряженных ионов.
- 3) носителями тока выступают ионы и электроны.
- 4) носителями тока являются термоэлектроны.
- 5) носителями тока являются электроны и дырки

Верный ответ: остаточные знания вопрос 9. Правильный ответ 5)

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-2 Демонстрирует знания о физических и математических моделях явлений и процессов, протекающих в материалах электронной техники, микро- и нанoeлектроники

### Вопросы, задания

- 1.экзамен вопрос 5. Заполнение энергетических зон. Плотность состояний
- 2.экзамен вопрос 6. Степень заполнения примесных уровней

### Материалы для проверки остаточных знаний

1.остаточные знания вопрос 10. Какие из представленных чистых веществ являются полупроводниками?

Ответы:

остаточные знания вопрос 10.

- 1) бор
- 2) углерод
- 3) германий
- 4) мышьяк
- 5) таллий
- 6) фосфор

- 7) железо
- 8) платина
- 9) сурьма

Верный ответ: остаточные знания вопрос 10. Правильный ответ 3)

2.остаточные знания вопрос 11. Укажите основные свойства полупроводников..

Ответы:

остаточные знания вопрос 11.

- 1) Удельное сопротивление полупроводников с увеличением температуры достаточно резко уменьшается.
- 2) Удельное сопротивление полупроводников уменьшается при освещении его поверхности.
- 3) Удельное сопротивление полупроводников увеличивается при освещении его поверхности.
- 4) Удельное сопротивление полупроводников с увеличением температуры достаточно резко увеличивается.
- 5) Добавление примесей приводит к резкому уменьшению сопротивления полупроводника.

Верный ответ: остаточные знания вопрос 11 Правильный ответ 5)

3.остаточные знания вопрос 12. Собственная проводимость полупроводников

Ответы:

остаточные знания вопрос 12.

- 1) Проводимость полупроводников, обусловленная наличием у них свободных электронов.
- 2) Проводимость полупроводников, обусловленная движением дырок.
- 3) Вакантное место с недостающим электроном в ковалентной связи.
- 4) Квазичастица, являющаяся носителем положительного заряда, равного элементарному заряду, в полупроводниках.
- 5) Проводимость полупроводника, обусловленная движением свободных электронов и дырок в чистом полупроводнике.

Верный ответ: остаточные знания вопрос 12. Правильный ответ 5)

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

#### **Вопросы, задания**

1.экзамен вопрос 7. Дисперсионные кривые фононов в полупроводниках

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

1.остаточные знания вопрос 13. Проводимость, обусловленная наличием примесей в полупроводнике..

Ответы:

остаточные знания вопрос 13

- 1) Примесная проводимость
- 2) Собственная проводимость
- 3) Электронная проводимость
- 4) Дырочная проводимость

Верный ответ: остаточные знания вопрос 13. Правильный ответ 1)

2.остаточные знания вопрос 14. Контакт двух полупроводников с разным типом проводимости.

Ответы:

остаточные знания вопрос 14.

- 1) Электронно-дырочный переход
- 2) n-p-переход



- 3) х-z-переход
- 4) Электронно-позитронный переход

Верный ответ: остаточные знания вопрос 14. Правильный ответ 1), 2)

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

### **Вопросы, задания**

1. экзамен вопрос 8. Уравнение непрерывности

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

1. остаточные знания вопрос 15. . Какую проводимость может иметь база транзистора?

Ответы:

остаточные знания вопрос 15

А. Может иметь дырочную или электронную проводимость

Б. Только электронную проводимость

В. Только дырочную проводимость

Верный ответ: остаточные знания вопрос 15. Правильный ответ А)

## **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 правила

**Для курсового проекта/работы:**

**4 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

***I. Процедура защиты КП/КР***

защита по презентации Курсовая работа по физике полупроводников

***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 правила оценки курсового проекта