

**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  
2022**

## 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-2 Способен участвовать в проведении исследований материалов электронной техники, микро- и нанoeлектроники

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

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

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

2. 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: 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:	1	2	3	4	5	6	7
	Срок КМ:	2	4	6	8	10	12	15
Зонная структура полупроводниковых материалов.								
Зонная структура полупроводниковых материалов.		+						
Статистика носителей заряда в полупроводниках								
Статистика носителей заряда в полупроводниках			+					
Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках								
Механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках			+					
Кинетические явления в полупроводниках								
Кинетические явления в полупроводниках				+				
Генерация и рекомбинация неравновесных носителей заряда								
Генерация и рекомбинация неравновесных носителей заряда				+				
Диффузия и дрейф неравновесных носителей заряда								
Диффузия и дрейф неравновесных носителей заряда					+	+		
Контактные и поверхностные явления в полупроводниках								
Контактные и поверхностные явления в полупроводниках							+	+
Вес КМ:		15	10	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 Получение линейной системы уравнений, для существования нетривиальных решений			+		
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 нанoeлектроники	Знать: различные классы полупроводниковых материалов, используемых в электронике и нанoeлектронике Уметь: прогнозировать изменение свойств полупроводниковых материалов при изменении внешних условий или воздействий	КМ-1. Тест № 1. Зонная структура полупроводниковых материалов. (Тестирование) КМ-3. Тест № 3. Генерация и рекомбинация неравновесных носителей заряда (Контрольная работа)
ПК-2	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Обладает знаниями о структуре и физико-химических свойствах материалов электронной техники, микро- и нанoeлектроники	Знать: наиболее существенные физические процессы, протекающие в полупроводниковых материалах Уметь: оценивать пределы применимости классического подхода, роль и важность квантовых эффектов при описании	КМ-1. Тест № 1. Зонная структура полупроводниковых материалов. (Тестирование) КМ-4. Тест № 4. Контактные и поверхностные явления в полупроводниках (Контрольная работа)

		физических процессов в 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: методы определения электрофизических параметров полупроводниковых материалов Уметь: рассчитывать электрофизические характеристики полупроводниковых материалов	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: основные электрические, магнитные и оптические свойства полупроводниковых материалов Уметь: 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: основные положения, законы и методы естественных наук, используемые в области физики полупроводников	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	Уметь: использовать физические законы и математические модели для описания процессов, происходящих в различных полупроводниковых материалах	
--	-----------------	--	--

## 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:** 15

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

#### Краткое содержание задания:

Тест № 1. Зонная структура полупроводниковых материалов.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: различные классы полупроводниковых материалов, используемых в электронике и нанoeлектронике	1.1 вопрос 7. Зонная структура почти свободных электронов 2.КМ-1 вопрос 8.. Энергетические зоны твердого тела
Знать: 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 3. Структура полупроводников и типы проводимости 4.КМ-1 вопрос 4. Особенности их кристаллической структуры и характер химических связей различных полупроводниковых материалов 5.КМ-1 вопрос 5. Уравнение Шредингера для кристалла 6.КМ-1 вопрос 6. Адиабатическое приближение и валентная аппроксимация

#### 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:** 10

**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: методы определения электрофизических параметров полупроводниковых материалов	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
Знать: основные электрические, магнитные и оптические свойства полупроводниковых материалов	1.КМ-2 знать 5. Какими носителями электрического заряда создается ток в полупроводниках? 2.КМ-2 знать 6. Уровни акцепторов в полупроводниках типа алмаза и цинковой обманки 3.КМ-2 знать 7. Уровень Ферми 4.КМ-2 знать 8. Зоны Бриллюэна

**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: основные положения, законы и методы естественных наук, используемые в области физики полупроводников	1.КМ-3 вопрос 1. Кинетическое уравнение Больцмана 2.КМ-3 вопрос 2. Равновесное состояние 3.КМ-3 вопрос 3. Время релаксации
Уметь: прогнозировать изменение свойств полупроводниковых материалов при изменении внешних условий или воздействий	1.КМ-3 уметь 1 оценивать Эффективное сечение рассеяния 2.КМ-3 уметь 2 отличать Типы центров рассеяния 3.КМ-3 уметь 3 оценивать время Рекомендации 4.КМ-3 уметь 4 оценивать время генерация 5.КМ-3 уметь уметь 5 вычислять частоты тепловых колебаний атомов одномерной решетки 6.КМ-3 уметь 6 вычислять частоты тепловых колебаний атомов трехмерной решетки 7.КМ-3 уметь 7 строить дисперсионные кривые фононов в полупроводниках 8.КМ-3 уметь 8 решать кинетическое уравнение Больцмана

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

**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: рассчитывать электрофизические характеристики полупроводниковых материалов	1.КМ-5 уметь 1. вычислять положение уровня Ферми в примесном полупроводнике 2.КМ-5 уметь 2. определять концентрацию электронов 3.КМ-5 уметь 3. определять концентрацию дырок
---	--

**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: 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 уметь 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: использовать физические законы и математические модели для описания процессов, происходящих в различных полупроводниковых материалах	1.КМ-7 уметь 1. вычислять профиль концентрации примеси 2.КМ-7 уметь 2. определять глубину залегания p-n 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 наноэлектроники

#### Вопросы, задания

1.экзамен вопрос 1. Классификация полупроводниковых материалов

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1.остаточные знания вопрос 1. структура кремния

Ответы:

остаточные знания 1 алмазная решетка вюрцит сфалерит

Верный ответ: остаточные знания вопрос 1 алмазная решетка

2.остаточные знания вопрос 2. концентрация атомов кремния

Ответы:

остаточные знания вопрос 2 10:20 10:21 10:22

Верный ответ: остаточные знания вопрос 2 10:22

3.остаточные знания вопрос 3. концентрация электронов в собственном кремнии

Ответы:

остаточные знания вопрос 3 10:8 10:10 10 !3

Верный ответ: остаточные знания вопрос 4. 3 10:10

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

#### 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)

**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 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)

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

#### **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)



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

**Вопросы, задания**

- 1.экзамен вопрос 7. Дисперсионные кривые фононов в полупроводниках
- 2.экзамен вопрос 8. Уравнение непрерывности

**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) x-z-переход
- 4) Электронно-позитронный переход

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

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

Ответы:

остаточные знания вопрос 15

- A. Может иметь дырочную или электронную проводимость
- B. Только электронную проводимость
- V. Только дырочную проводимость

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

**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