

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра микро- и нанoeлектроники

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Могильная Е.П.

« 04 »

2025 года



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине (практике)

Материалы и компоненты электроники

(наименование учебной дисциплины, практики)

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Электронные приборы и устройства

(наименование профиля подготовки (специальности, магистерской программы); при отсутствии ставится прочерк)

Разработчик (разработчики):

доцент

(должность)

(подпись)

Савицкий И.В.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры микро- и нанoeлектроники
от « 03 » 03 20 25 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой

(подпись)

Войтенко В.А.

(ФИО)

Луганск 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Материалы и компоненты электроники»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

1. Выберите один правильный ответ

Какой материал обладает спонтанной поляризацией, ориентацию которой можно изменить посредством внешнего электрического поля, но при этом наблюдается гистерезис?

- А) Сегнетоэлектрик
- Б) Параэлектрик
- В) Пьезоэлектрик

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-5 (ПК-5.4)

2. Выберите один правильный ответ

Как меняется проводимость собственного полупроводника при понижении температуры до криогенной?

- А) Сильно снижается
- Б) Незначительно повышается
- В) Незначительно снижается
- В) Практически не меняется

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-6 (ПК-6.1)

3. Выберите один правильный ответ

Как при низких температурах изменяется подвижность электронов в полупроводнике в сильных электрических полях по сравнению со слабыми?

- А) Возрастает
- Б) Снижается
- В) Остается постоянной

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-6 (ПК-6.1)

4. Выберите один правильный ответ

Как изменяется проводимость полупроводника при его механическом сжатии кристалла в заданном направлении?

А) Проводимость может как расти, так и падать в зависимости от полупроводникового материала, кристаллографического направления и типа проводимости

- Б) Возрастает, если полупроводник n-типа
- В) Снижается, если полупроводник p-типа
- Г) Не изменяется

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-6 (ПК-6.2)

Задания закрытого типа на установление соответствия

1. Установите соответствие между типом материала согласно его проводимости и шириной запрещенной зоны. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Ширина запрещенной зоны		Тип материала	
1)	Менее 0,01 эВ	А)	Проводник
2)	От 0,1 до 3,5 эВ	Б)	Полупроводник
3)	Более 4 эВ	В)	Диэлектрик

Правильный ответ:

1	2	3
А	Б	В

Компетенции (индикаторы): ПК-6 (ПК-6.1)

2. Установите соответствие между типом проводимости полупроводникового материала и положением уровня Ферми при $T=0$ К. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Полупроводники		Положение уровня Ферми	
1)	Собственные полупроводники	А)	В центре запрещенной зоны
2)	Полупроводники р-типа	Б)	Между примесным уровнем и потолком валентной зоны
3)	Полупроводники n-типа	В)	Между примесным уровнем и дном зоны проводимости

Правильный ответ:

1	2	3
А	Б	В

Компетенции (индикаторы): ПК-5 (ПК-5.1)

3. Установите соответствие между типом проводимости и химическим составом материала. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Тип материала		Химический состав	
1)	Диэлектрик	А)	Si_2O_3 , Si_3N_4
2)	Полупроводники р-типа	Б)	Si легированный В, Al, Ga, In
3)	Полупроводники n-типа	В)	Si легированный Р, As, Sb, Bi

Правильный ответ:

1	2	3
А	Б	В

Компетенции (индикаторы): ПК-5 (ПК-5.4)

4. Установите соответствие между полупроводниковым прибором и характерным количеством р-n-переходов. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Полупроводниковый прибор		Количество р-n-переходов
1) Диод	А)	1
2) Транзистор	Б)	2
3) Тиристор	В)	3
Правильный ответ:		
1	2	3
А	Б	В

Компетенции (индикаторы): ПК-6 (ПК-6.2)

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

1. Расставьте указанные типы дефектов в кристаллической структуре в порядке возрастания пространственной мерности:

- А) дефекты по Френкелю
- Б) дислокации линейные, винтовые
- В) пустоты, скопление смещений кристаллической решетки

Правильный ответ: А, Б, В

Компетенции (индикаторы): ПК-6 (ПК-6.1)

2. Расставьте типы диэлектриков, соответствующие их агрегатному состоянию, в порядке возрастания характерной для них диэлектрической проницаемости.

- А) Газовые
- Б) Жидкостные
- В) Твердотельные

Правильный ответ: А, Б, В

Компетенции (индикаторы): ПК-6 (ПК-6.3)

3. Расставьте названия кристаллических систем в порядке возрастания порядка наиболее характерной для них оси симметрии.

- А) Ромбическая
- Б) Тригональная
- В) Тетрагональная
- Г) Гексагональная

Правильный ответ: А, Б, В, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-5 (ПК-5.1)

4. Расставьте металлы в порядке возрастания их удельной проводимости.

- А) Al

Б) Au

В) Cu

Г) Ag

Правильный ответ: А, Б, В, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-5 (ПК-5.4)

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

1. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Электреты – это вещества с большой и длительно сохраняющейся остаточной _____, т. е. электрет является формальным аналогом постоянного магнита.

Правильный ответ: поляризацией

Компетенции (индикаторы): ПК-5 (ПК-5.4)

2. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

В изотропном диэлектрике векторы электрической индукции и поляризованности _____ по направлению.

Правильный ответ: совпадают

Компетенции (индикаторы): ПК-6 (ПК-6.1)

3. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Для твердых диэлектриков уравнение Клазиуса-Моссоти не справедливо из-за _____ расположения молекул.

Правильный ответ: близкого

Компетенции (индикаторы): ПК-6 (ПК-6.3)

4. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Тангенс угла потерь на сквозную проводимость в диэлектрике _____ пропорционален частоте сигнала.

Правильный ответ: обратно

Компетенции (индикаторы): ПК-6 (ПК-6.2)

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. Поляризованность с количественной стороны характеризует процесс поляризации диэлектрика в электрическом поле и равна _____.

Правильный ответ: суммарному электрическому моменту, отнесенному к единице объема / отношению суммы электрических моментов к единице объема

Компетенции (индикаторы): ПК-6 (ПК-6.1)

2. Диэлектрики делятся на нейтральные и полярные в зависимости от того как _____.

Правильный ответ: расположены центры положительных и отрицательных зарядов в их молекулах

Компетенции (индикаторы): ПК-5 (ПК-5.4)

3. В собственном полупроводнике наблюдается как электронная, так и дырочная проводимость при $T=300\text{ K}$ за счет _____.

Правильный ответ: явления генерации электронно-дырочных пар / постоянно повторяющейся генерации и рекомбинации электронно-дырочных пар

Компетенции (индикаторы): ПК-6 (ПК-6.1)

4. С повышением температуры от $T=0\text{ K}$ заполнение состояний с энергиями выше химического потенциала растёт в соответствии с _____.

Правильный ответ: функцией Ферми-Дирака / статистикой Ферми-Дирака

Компетенции (индикаторы): ПК-5 (ПК-5.1)

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Рассчитать диэлектрическую проницаемость слоистого диэлектрика, состоящего из двух последовательно включенных компонентов с равной объёмной концентрацией, диэлектрическая проницаемость которых равна соответственно $\epsilon_1=4$ и $\epsilon_2=6$.

Время выполнения – 20 мин.

Ожидаемый ответ:

Согласно формуле Лихтенекера для последовательного включения компонентов:

$$\epsilon = \frac{\epsilon_1 \epsilon_2}{Q_1 \epsilon_2 + Q_2 \epsilon_1}$$

где Q_1 и Q_2 — объёмные концентрации компонентов, при этом $Q_1 + Q_2 = 1$. Так как они равны, то $Q_1 = Q_2 = 0,5$.

Таким образом, диэлектрическая проницаемость этого диэлектрика будет равна:

$$\epsilon = \frac{6 * 4}{0,5 * 4 + 0,5 * 6} = 4,8.$$

Компетенции (индикаторы): ПК-6 (ПК-6.1)

2. Рассчитайте время свободного пробега электронов в кремнии, если их подвижность составляет $\mu=0,14\text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$. Заряд электрона принять $q=1,6*10^{-19}\text{ Кл}$, массу – $m = 9,1*10^{-31}$.

Время выполнения – 20 мин.

Ожидаемый ответ:

Время свободного пробега электрона в кремнии можно выразить из соотношения:

$$\mu = \frac{q \tau}{m}$$

где τ – время свободного пробега.

Таким образом:

$$\tau = \frac{m \mu}{q} = \frac{9,1 * 10^{-31} * 0,14}{1,6 * 10^{-19}} = 0,79 * 10^{-12} \text{ (с)}.$$

Компетенции (индикаторы): ПК-6 (ПК-6.2)

3. Вычислить длину свободного пробега электронов в меди при $T = 300 \text{ К}$, если ее удельное сопротивление при этой температуре равно $0,017 \text{ мОм}\cdot\text{м}$.

Время выполнения – 20 мин.

Ожидаемый ответ:

Согласно представлениям квантовой теории, удельное сопротивление металлов связано с длиной свободного пробега электронов $l_{\text{ср}}$ соотношением

$$\rho = \left(\frac{3}{8\pi}\right)^{1/3} \frac{h}{e^2 n^{2/3} l_{\text{ср}}}$$

Концентрация свободных электронов в меди

$$n = \frac{d}{M} N_A = \frac{8920 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{63,54 \cdot 10^{-3}} = 8,45 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$$

Длина свободного пробега

$$l_{\text{ср}} = \left(\frac{3}{8\pi}\right)^{1/3} \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{(1,6 \cdot 10^{-19})^2 (8,45 \cdot 10^{28})^{2/3} 0,017 \cdot 10^{-6}} = 3,89 \cdot 10^{-8} \text{ м}.$$

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-5 (ПК-5.4)

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Материалы и компоненты электроники» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки / специальности 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению / специальности.

Председатель учебно-методической комиссии
института

 Ясуник С.Н.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)