

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)

Физика полупроводников

(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)

Войтенко Г.О.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры микро- и нанoeлектроники
от « 03 » 03 2025 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой

(подпись)

Войтенко В.А.

(ФИО)

Луганск 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Физика полупроводников»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

1. Выберите один правильный ответ

Электропроводность полупроводников с повышением температуры:

- А) быстро увеличивается
- Б) медленно уменьшается
- В) быстро уменьшается
- Г) не изменяется

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

2. Выберите один правильный ответ

Примесные уровни донорного полупроводника расположены:

- А) несколько выше верхнего края валентной зоны
- Б) несколько ниже нижнего края зоны проводимости
- В) посередине запрещенной зоны
- Г) в валентной зоне

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

3. Выберите один правильный ответ

ТермоЭДС термопары увеличивается, если:

- А) температура горячего спая увеличивается, а холодного уменьшается
- Б) температура холодного спая увеличивается, а горячего уменьшается
- В) увеличивается температура как горячего спая, так и холодного
- Г) уменьшается температура как горячего спая, так и холодного

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.2)

4. Выберите один правильный ответ

При компьютерном моделировании идеализированного р-n-перехода зависимость силы тока через р-n-переход от напряжения на р-n-переходе задают зависимостью:

- А) линейной
- Б) квадратичной
- В) синусоидальной
- Г) экспоненциальной

Правильный ответ: Г

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.3)

Задания закрытого типа на установление соответствия

1. Установите соответствие между терминами и их определениями. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Термин	Определение
1) дырка	А) отношение числа поглощенных квантов к общему числу фотоэлектронов
2) экситон	Б) свободный электрон, образовавшийся в результате поглощения атомом кванта света
3) квантовый выход	В) электронная вакансия
4) фотоэлектрон	Г) возбужденное состояние основного атома решетки

Правильный ответ:

1	2	3	4
В	Г	А	Б

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

2. Установите соответствие между типами проводимости в полупроводниках и типами примесей. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Тип проводимости	Типы примесей
1) дырочная	А) акцепторная
2) электронная	Б) отсутствие примесей
3) собственная	В) донорная
4) смешанная	Г) донорная и акцепторная

Правильный ответ:

1	2	3	4
А	В	Б	Г

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

3. Установите соответствие между физическими величинами и их математическими описаниями. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Физическая величина	Формула для расчета
1) удельная проводимость	А) $-eD \frac{\partial n}{\partial x}$
2) диффузионный ток	Б) $en\mu$
3) подвижность носителей	В) $\frac{E}{v_d}$
4) термоЭДС	Г) $\varphi_1 - \varphi_2$

Правильный ответ:

1	2	3	4
Б	А	В	Г

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.2)

4. Установите соответствие между типами электрических контактов и математическими выражениями для работ выхода. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Тип электрического контакта			Соотношение между работами выхода контактирующих материалов	
1)	выпрямляющий контакт металл-полупроводник n-типа	А)	$A_{\text{ВЫХ}}^n < A_{\text{ВЫХ}}^{\text{мет}}$	
2)	выпрямляющий контакт металл-полупроводник p-типа	Б)	$A_{\text{ВЫХ}}^p < A_{\text{ВЫХ}}^{\text{мет}}$	
3)	омический контакт металл-полупроводник n-типа	В)	$A_{\text{ВЫХ}}^p > A_{\text{ВЫХ}}^{\text{мет}}$	
4)	омический контакт металл-полупроводник p-типа	Г)	$A_{\text{ВЫХ}}^n > A_{\text{ВЫХ}}^{\text{мет}}$	

Правильный ответ:

1	2	3	4
А	В	Г	Б

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.2)

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

1. Расположите в правильной логической последовательности физические величины для программы моделирования вольтамперной характеристики контакта двух материалов:

- А) падение напряжения на контакте
- Б) ток насыщения
- В) работы выхода материалов
- Г) сила тока через контакт

Правильный ответ: В, Б, А, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.3)

2. Расположите в правильной логической последовательности смысловые блоки для блок-схемы программы моделирования эффекта Холла в полупроводниках:

- А) полупроводник, через который протекает ток, помещают в магнитное поле перпендикулярно направлению тока
- Б) возникает поперечная разность потенциалов
- В) устанавливается стационарное состояние
- Г) носители заряда под действием силы Лоренца отклоняются на одну из боковых граней образца

Правильный ответ: А, Г, Б, В

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.3)

3. Расположите в правильной логической последовательности этапы определения коэффициента термоЭДС при моделировании термоэлемента:

- А) два различных материала соединяют между собой
- Б) места контактов поддерживаются при разных температурах
- В) определяют коэффициент термоЭДС
- Г) измеряют термоЭДС

Правильный ответ: А, Б, Г, В

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.2)

4. Расположите материалы в направлении возрастания в них концентрации дырок:

- А) диэлектрик
- Б) собственный полупроводник
- В) электронный полупроводник
- Г) дырочный полупроводник

Правильный ответ: А, В, Б, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

1. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Акцепторные уровни присутствуют в энергетическом спектре дырочного _____.

Правильный ответ: полупроводника

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

2. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

При компьютерном моделировании работы выпрямляющего контакта важным исходным параметром является контактная разность _____.

Правильный ответ: потенциалов

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.3)

3. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Модель датчика Холла должна учитывать значение постоянной _____.

Правильный ответ: Холла

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.2)

4. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Дрейфовый ток в полупроводнике возникает при наличии внешнего _____ поля.

Правильный ответ: электрического

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. При подаче на р-п переход прямого смещения потенциальный барьер

_____.

Правильный ответ: уменьшается/понижается/становится меньше.

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

2. Модель фотоэлемента может быть построена на основе явления _____.

Правильный ответ: фотопроводимости/проводимости под действием света/проводимости вследствие поглощения фотонов.

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.2)

3. Дайте ответ на вопрос.

Для программы компьютерного моделирования необходимо выбрать основное свойство полупроводникового материала. Какое свойство вы выберете?

Правильный ответ: электропроводность / проводимость / электрическую проводимость / электросопротивление / электрическое сопротивление / сопротивление.

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.3)

4. Напишите результат вычислений.

Длина свободного пробега носителей заряда в полупроводнике при некоторой температуре составляет $2 \cdot 10^{-4}$ м, а тепловая скорость носителей 10^5 м/с. Определить время релаксации.

Правильный ответ: $2 \cdot 10^{-9}$ с / 2 нс / две наносекунды

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Дайте развернутый ответ на вопрос.

Что происходит в полупроводнике при излучательной рекомбинации?

Время выполнения – 10 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

Свободный электрон переходит из зоны проводимости (свободной зоны) в валентную зону. При этом исчезает пара носителей электрон-дырка и происходит испускание кванта света полупроводником.

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

2. Дайте развернутый ответ на вопрос.

Как происходит в полупроводнике явление внутреннего фотоэффекта (фотопроводимости)?

Время выполнения – 10 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

Полупроводник поглощает фотон (квант света) и валентный электрон переходит из валентной зоны или примесных уровней в зону проводимости. Теперь при приложении внешнего электрического поля (разности потенциалов) свободный электрон может перемещаться под действием электрического поля, создавая электрический ток.

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

3. Дайте развернутый ответ на вопрос.

Какой будет проводимость полупроводникового образца длиной 1 см и площадью поперечного сечения $1,5 \text{ см}^2$, если удельное сопротивление материала полупроводникового образца равно $0,15 \text{ Ом}\cdot\text{м}$?

Время выполнения – 20 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

Проводимость полупроводникового образца может быть определена следующим образом:

$$1. R = \rho \frac{l}{S} = \frac{0,15 \cdot 0,01}{1,5 \cdot 10^{-4}} = 10 \text{ Ом}$$

$$2. G = \frac{1}{R} = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ Ом}^{-1} = 0,1 \text{ См}$$

Таким образом, проводимость полупроводникового образца $G = 0,1 \text{ См}$.

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

4. Дайте развернутый ответ на вопрос.

Какой будет контактная разность потенциалов, если работы выхода контактирующих материалов равны $1,1 \text{ эВ}$ и $0,9 \text{ эВ}$?

Время выполнения – 15 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

Контактную разность потенциалов определим следующим образом:

$$1. \Delta A = A_1 - A_2 = 1,1 - 0,9 = 0,2 \text{ эВ}$$

$$2. U = \Delta A [\text{эВ}] = 0,2 \text{ В}$$

Таким образом, контактная разность потенциалов $U = 0,2 \text{ В}$

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Физика полупроводников» 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)