

**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 полупроводниковых приборов и интегральных схем**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Носова Ю.М.
	Идентификатор	R16b145c9-OzhoginaYM-ed80e72e

Ю.М.
Носова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Холодный Д.С.
	Идентификатор	R0bac9dac-KholodnyDS-6393810d

Д.С.
Холодный

Заведующий
выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Славинский А.З.
	Идентификатор	R99b3b9ab-SlavinskyAZ-c08f5214

А.З.
Славинский

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-1 Способен участвовать в проектировании полупроводниковых приборов

ИД-1 Демонстрирует знание принципов работы, физических и математических моделей основных полупроводниковых приборов

ИД-2 Демонстрирует знание соответствия технологии производства и процесса проектирования полупроводниковых приборов и структур

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Выполнение задания

1. КМ-2 семестр 6 Расчетное задание по определению концентрации носителей заряда в примесном полупроводнике. (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Защита задания

1. Км-1 семестр 7 Лабораторная работа №1. Исследование статических параметров кремниевых и германиевых диодов в зависимости от температуры (Лабораторная работа)

2. КМ-2 семестр 7 Лабораторная работа №2. Исследование статических параметров кремниевых стабилитронов в зависимости от температуры (Лабораторная работа)

3. КМ-4 семестр 7 Лабораторная работа №3. Исследование статических характеристик кремниевого биполярного транзистора (Лабораторная работа)

4. КМ-5 семестр 7 Лабораторная работа №4. Исследование статических характеристик полупроводникового тиристора, не проводящего в обратном состоянии (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 семестр 6 Тест по зонной теории твердого тела (Тестирование)

2. КМ-3 семестр 6 Контрольная работа №1 (Контрольная работа)

3. КМ-3 семестр 7 Контрольная работа №3 (Контрольная работа)

4. КМ-4 семестр 6 Контрольная работа №2 (Контрольная работа)

5. Км-6 семестр 7 Контрольная работа №4 (Контрольная работа)

БРС дисциплины

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	11	15
1. Основы физики полупроводников и полупроводниковых приборов					

1. Основы физики полупроводников и полупроводниковых приборов	+	+		
2. Контактные явления				
2. Контактные явления		+	+	
3. Основы технологии производства полупроводниковых приборов				
3. Основы технологии производства полупроводниковых приборов			+	
4. Полупроводниковые приборы, содержащие один р – п переход				
4. полупроводниковые приборы, содержащие один р – п переход				+
Вес КМ:	25	25	25	25

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10
	Срок КМ:	4	6	8	10	12	15
5. Полупроводниковые приборы, содержащие два и более р – п перехода							
5. Полупроводниковые приборы, содержащие два и более р – п перехода		+	+	+			
6. МОП структуры							
6. МОП структуры					+	+	
7. Интегральные микросхемы							
7. Интегральные микросхемы						+	+
Вес КМ:		15	15	20	15	20	15

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

БРС курсовой работы/проекта

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
раздел 1. Рассчитать основные электрические параметры исходной пластины полупроводника		+			
раздел 2. Рассчитать технологические параметры диффузии			+		
раздел 3. Рассчитать и построить энергетические диаграммы структуры при $U=0$, $U>0$ и $U<0$				+	
раздел 4. Рассчитать и построить вольт-амперную характеристику (ВАХ) структуры при нескольких температурах					+
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-1	ИД-1ПК-1 Демонстрирует знание принципов работы, физических и математических моделей основных полупроводниковых приборов	Знать: 5. принципы работы и области применения биполярных транзисторов 4. принципы работы и области применения полевых транзисторов 3. основы технологических методов создания полупроводниковых приборов 1. принципы работы и области применения полупроводниковых приборов, содержащих один р - n переход Уметь: 2. рассчитывать электрические характеристики полупроводниковых материалов и приборов. 5. определять технологические режимы изготовления	КМ-1 семестр 6 Тест по зонной теории твердого тела (Тестирование) КМ-2 семестр 6 Расчетное задание по определению концентрации носителей заряда в примесном полупроводнике. (Расчетно-графическая работа) КМ-4 семестр 6 Контрольная работа №2 (Контрольная работа) Км-1 семестр 7 Лабораторная работа №1. Исследование статических параметров кремниевых и германиевых диодов в зависимости от температуры (Лабораторная работа) КМ-2 семестр 7 Лабораторная работа №2. Исследование статических параметров кремниевых стабилитронов в зависимости от температуры (Лабораторная работа)

		полупроводниковых диодов с заданными параметрами. 4. определять статические параметры МОП структур, способы включения и режимы их работы в электрической цепи. 3. определять электрические параметры ИМС 1. определять технологические режимы изготовления биполярных транзисторов и МОП структур с заданными параметрами.	
ПК-1	ИД-2_{ПК-1} Демонстрирует знание соответствия технологии производства и процесса проектирования полупроводниковых приборов и структур	Знать: 9. основные соотношения полупроводниковой электроники, используемые при проектировании приборов 8. принципы работы ИМС 7. принципы работы и области применения МОП транзисторов 6. принципы работы и области применения тиристоров 10. принципы работы и области применения полупроводниковых	КМ-2 семестр 6 Расчетное задание по определению концентрации носителей заряда в примесном полупроводнике. (Расчетно-графическая работа) КМ-3 семестр 6 Контрольная работа №1 (Контрольная работа) КМ-3 семестр 7 Контрольная работа №3 (Контрольная работа) КМ-4 семестр 7 Лабораторная работа №3. Исследование статических характеристик кремниевого биполярного транзистора (Лабораторная работа) КМ-5 семестр 7 Лабораторная работа №4. Исследование статических характеристик полупроводникового тиристора, не проводящего в обратном состоянии (Лабораторная работа) Км-6 семестр 7 Контрольная работа №4 (Контрольная работа)

		приборов и микросхем Уметь: 9. определять статические параметры биполярных транзисторов, способы включения и режимы их работы в электрической цепи. 8. определять статические параметры полупроводниковых приборов с одним и р-п переходом, способы включения и режимы их работы в электрической цепи. 7. определять статические параметры полупроводниковых тиристоров, способы включения и режимы их работы в электрической цепи. 6. определять статические параметры контактов металл-полупроводник и р-п перехода, способы включения и режимы их работы в электрической цепи. 10. оценивать влияние внешних воздействий на параметры	
--	--	---	--

		полупроводниковых приборов.	
--	--	--------------------------------	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

6 семестр

КМ-1. КМ-1 семестр 6 Тест по зонной теории твердого тела

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование может проводиться в письменной форме или с использованием Cisco Webex и ЭИОС Прометей. Время, отведенное на проведение теста, рассчитывается из условия отведения не более 2 минут на каждый вопрос

Краткое содержание задания:

Вопросы теста представлены нескольких типов: выбор одного правильного ответа из многих, выбор нескольких правильных ответов из многих, выбор верно/не верно.

Удельный вес ответа на все вопросы одинаков

Контрольные вопросы/задания:

Знать: 1. принципы работы и области применения полупроводниковых приборов, содержащих один p - n переход	1.Статистика невырожденного электронного газа в полупроводниках 2. Основные соотношения полупроводниковой электроники, используемые при проектировании приборов
Знать: 3. основы технологических методов создания полупроводниковых приборов	1.Энергетические диаграммы полупроводниковых материалов 2.Электропроводность полупроводников 3. Собственные и примесные полупроводники

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. КМ-2 семестр 6 Расчетное задание по определению концентрации носителей заряда в примесном полупроводнике.

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Задание выдается индивидуально каждому студенту. Срок выполнения работы составляет 3 учебные недели

Краткое содержание задания:

Исходными данными расчетного задания являются материал полупроводника, тип и концентрация легирующей примеси. В ходе работы необходимо определить эффективные массы электронов и дырок, температурные зависимости плотностей энергетических состояний в валентной зоне и зоне проводимости, температурную зависимость ширины запрещенной зоны, температурную зависимость функции Ферми – Дирака, температурные зависимости концентраций собственных и основных носителей заряда, температурную зависимость положения уровня Ферми, температурную зависимость подвижности носителей заряда и температурную зависимость проводимости данного полупроводника. Расчетное задание оценивается по совокупности выполнения его пунктов и качества оформления. Под качеством оформления понимается пояснение используемых формул с перечнем входящих в них величин, указанием всех единиц измерений, пояснением хода выполнения работы и выбора того или иного метода расчета, выбор области и масштаба построения графиков, отображающих полную картину изображенной характеристики. Расчетное задание является частью первой главы курсовой работы

Контрольные вопросы/задания:

Знать: 4. принципы работы и области применения полевых транзисторов	1. Физическая сущность барьерной емкости $p-n$ перехода. Влияние метода изготовления $p-n$ перехода на ее расчет 2. Зависимость напряжения электрического пробоя $p-n$ перехода от концентрации примеси в базе диода. Влияние концентрации примеси в базе диода на механизм электрического пробоя
Знать: 5. принципы работы и области применения биполярных транзисторов	1. Сравнительный анализ обратного тока кремниевого и германиевого диодов
Знать: 6. принципы работы и области применения тиристоров	1. Математическая модель резкого и плавного $p-n$ перехода 2. Физическая сущность диффузионной емкости $p-n$ перехода. Влияние коэффициента инжекции на ее величину

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. КМ-3 семестр 6 Контрольная работа №1

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа проводится в письменной форме. Время, отведенное на работу, составляет 1,5 часа

Краткое содержание задания:

Билет контрольной работы состоит из двух теоретических вопросов и одного практического задания. Оценка выставляется по совокупности ответов на все пункты билета. Удельный вес каждого теоретического вопроса составляет 25%, практического задания – 50%

Контрольные вопросы/задания:

Знать: 10. принципы работы и области применения полупроводниковых приборов и микросхем	1. Контакт двух полупроводников с различной шириной запрещенной зоны (гетеропереход)
Знать: 7. принципы работы и области применения МОП транзисторов	1. Омический контакт. Требования, предъявляемые к омическому контакту 2. Выпрямляющий диод. Частотные характеристики выпрямляющего диода
Знать: 8. принципы работы ИМС	1. Получение структур методом диффузии 2. Получение структур методом ионной имплантации
Знать: 9. основные соотношения полупроводниковой электроники, используемые при проектировании приборов	1. Светоизлучающие диоды, принцип работы

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. КМ-4 семестр 6 Контрольная работа №2

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

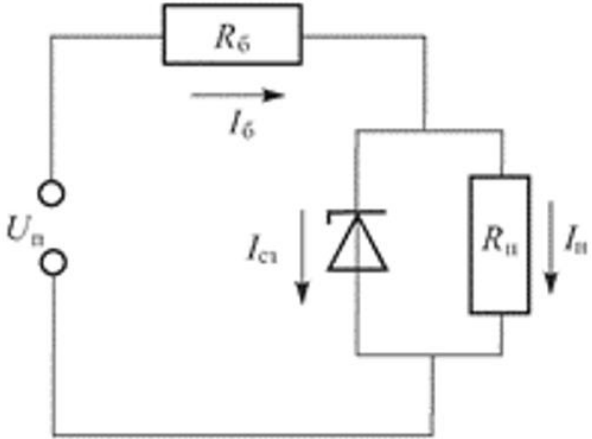
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа проводится в письменной форме. Время, отведенное на работу, составляет 1,5 часа

Краткое содержание задания:

Билет контрольной работы состоит из двух теоретических вопросов и одного практического задания. Оценка выставляется по совокупности ответов на все пункты билета. Удельный вес каждого теоретического вопроса составляет 25%, практического задания – 50%

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: 1. определять технологические режимы изготовления биполярных транзисторов и МОП структур с заданными параметрами.	1.Проведите сравнительный анализ диффузии различной донорной примеси в кремнии. Определите, как влияют параметры диффузии на глубину залегания р – n перехода 2.Определить предельную частоту и добротность, а также диапазон перекрытия по емкости варикапа, максимальное напряжение которого 80 В , номинальная емкость 28 пФ при напряжении 4В, коэффициент перекрытия 4, а индуктивность вывода и контактов равна 1 мкГ.
Уметь: 2. рассчитывать электрические характеристики полупроводниковых материалов и приборов.	1.Определить энергию, необходимую для того, чтобы средний нормальный пробег ионов фосфора в кремнии составил 2.Определить точность стабилизации напряжения в схеме, изображенной на рисунке 
Уметь: 3. определять	1.Рассчитать линии ликвидуса и солидуса диаграммы

электрические параметры ИМС	состояний кремний – германий, обладающей неограниченной растворимостью в твердом и жидком состояниях
-----------------------------	--

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

7 семестр

КМ-5. Км-1 семестр 7 Лабораторная работа №1. Исследование статических параметров кремниевых и германиевых диодов в зависимости от температуры

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита лабораторной работы начинается с проверки отчетов и исправления недочетов, если такие имеются. При правильном оформлении отчета и выполнении рабочего задания студент допускается к устному ответу на заданный вопрос по теме работы. Время на подготовку устного ответа составляет не более 20 мину. Итоговая оценка за контрольное мероприятие складывается из качества первичного оформления отчета (удельный вес 10%), правильности первичного выполнения рабочего задания (удельный вес 40%) и устного ответа на вопрос (удельный вес 50%)

Краткое содержание задания:

Работа проводится в лаборатории кафедры ФТЭМК. Для допуска к работе необходимо изучить теоретическую часть, ознакомиться с схемой установки и ее элементами и порядком выполнения работы. После выполнения работы необходимо произвести пример расчета указанных в задании величин и параметров. Отчет по лабораторной работе должен содержать титульный лист (с указанием названия работы, номера бригады и ФИО студента), цель работы, схему установки, экспериментальные данные, расчетные формулы (с пояснением всех входящих величин и указанием их размерностей), пример расчета (с последовательной подстановкой численных значений), таблицы расчетных данных, требуемые в рабочем задании графики зависимостей, вывод по проделанной работе.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: 4. определять статические параметры МОП структур, способы включения и режимы их работы в электрической цепи.	1.Оценивать влияние температуры на параметры полупроводниковых приборов 2.определять ТКН стабилитрона по температурной зависимости ВАХ
---	---

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-6. КМ-2 семестр 7 Лабораторная работа №2. Исследование статических параметров кремниевых стабилитронов в зависимости от температуры

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита лабораторной работы начинается с проверки отчетов и исправления недочетов, если такие имеются. При правильном оформлении отчета и выполнении рабочего задания студент допускается к устному ответу на заданный вопрос по теме работы. Время на подготовку устного ответа составляет не более 20 мину. Итоговая оценка за контрольное мероприятие складывается из качества первичного оформления отчета (удельный вес 10%), правильности первичного выполнения рабочего задания (удельный вес 40%) и устного ответа на вопрос (удельный вес 50%)

Краткое содержание задания:

Работа проводится в лаборатории кафедры ФТЭМК. Для допуска к работе необходимо изучить теоретическую часть, ознакомиться с схемой установки и ее элементами и порядком выполнения работы. После выполнения работы необходимо произвести пример расчета указанных в задании величин и параметров. Отчет по лабораторной работе должен содержать титульный лист (с указанием названия работы, номера бригады и ФИО студента), цель работы, схему установки, экспериментальные данные, расчетные формулы (с пояснением всех входящих величин и указанием их размерностей), пример расчета (с последовательной подстановкой численных значений), таблицы расчетных данных, требуемые в рабочем задании графики зависимостей, вывод по проделанной работе.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: 5. определять технологические режимы изготовления полупроводниковых диодов с заданными параметрами.	1.Определять технологические режимы изготовления биполярных транзисторов с заданными параметрами 2.Определять статические параметры биполярных транзисторов, способы включения и режимы их работы в электрической цепи 3.Определять статические параметры МОП структур, способы включения и режимы их работы в электрической цепи 4.определять эффективности эмиттера, коэффициента переноса, коэффициента усиления тока биполярного транзистора 5.Влияние высокого уровня инжекции на работу биполярного транзистора. Эффект оттеснения эмиттерного тока
--	---

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-7. КМ-3 семестр 7 Контрольная работа №3

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа проводится в письменной форме. Время, отведенное на работу, составляет 1,5 часа

Краткое содержание задания:

Билет контрольной работы состоит из двух теоретических вопросов и одного практического задания. Оценка выставляется по совокупности ответов на все пункты билета. Удельный вес каждого теоретического вопроса составляет 25%, практического задания – 50%

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: 10. оценивать влияние внешних воздействий на параметры полупроводниковых приборов.	1.Определять технологические режимы изготовления биполярных транзисторов с заданными параметрами 2.Определять статические параметры биполярных транзисторов, способы включения и режимы их
---	---

	работы в электрической цепи 3.Определять статические параметры МОП структур, способы включения и режимы их работы в электрической цепи 4.Вычислить толщину и сопротивление канала в тех случаях, когда заземленным электродом оказывается сток, исток или затвор 5.Определить предельное напряжение на эмиттере, при котором прибор перестает быть управляемым и наступает явление пробоя. Учитывая, что частота отсечки зависит от времени пролета неосновных носителей заряда через область базы, вычислите частоту отсечки транзистора в схемах ОБ и ОЭ 6.Определить предельное напряжение на эмиттере, при котором прибор перестает быть управляемым
--	---

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-8. КМ-4 семестр 7 Лабораторная работа №3. Исследование статических характеристик кремниевого биполярного транзистора

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита лабораторной работы начинается с проверки отчетов и исправления недочетов, если такие имеются. При правильном оформлении отчета и выполнении рабочего задания студент допускается к устному ответу на заданный вопрос по теме работы. Время на подготовку устного ответа составляет не более 20 мину. Итоговая оценка за контрольное мероприятие складывается из качества первичного оформления отчета (удельный вес 10%), правильности первичного выполнения рабочего задания (удельный вес 40%) и устного ответа на вопрос (удельный вес 50%)

Краткое содержание задания:

Работа проводится в лаборатории кафедры ФТЭМК. Для допуска к работе необходимо изучить теоретическую часть, ознакомиться с схемой установки и ее элементами и

порядком выполнения работы. После выполнения работы необходимо произвести пример расчета указанных в задании величин и параметров. Отчет по лабораторной работе должен содержать титульный лист (с указанием названия работы, номера бригады и ФИО студента), цель работы, схему установки, экспериментальные данные, расчетные формулы (с пояснением всех входящих величин и указанием их размерностей), пример расчета (с последовательной подстановкой численных значений), таблицы расчетных данных, требуемые в рабочем задании графики зависимостей, вывод по проделанной работе.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: 6. определять статические параметры контактов металл-полупроводник и р-п перехода, способы включения и режимы их работы в электрической цепи.	1. Изображать профиль распределения примесей в биполярных транзисторах, изготовленных по сплавной технологии и методом диффузии 2. Определять предельное напряжение в транзисторе на эмиттере, при котором прибор перестает быть управляемым и наступает явление пробоя. Учитывая, что частота отсечки зависит от времени пролета неосновных носителей заряда через область базы, вычислите частоту отсечки транзистора в схемах ОБ и ОЭ 3. Вычислять ток стока при напряжении на затворе полевого транзистора 4. Вычислить поверхностную плотность заряда, находящегося в обедненной области, если известно, что напряжение 5. Найти напряжение отсечки считая, что подвижность электронов известна
--	---

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-9. КМ-5 семестр 7 Лабораторная работа №4. Исследование статических характеристик полупроводникового тиристора, не проводящего в обратном состоянии

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита лабораторной работы начинается с проверки отчетов и исправления недочетов, если такие имеются. При правильном оформлении отчета и выполнении рабочего задания студент допускается к устному ответу на заданный вопрос по теме работы. Время на подготовку устного ответа составляет не более 20 мину. Итоговая оценка за контрольное мероприятие складывается из качества первичного оформления отчета (удельный вес 10%), правильности первичного выполнения рабочего задания (удельный вес 40%) и устного ответа на вопрос (удельный вес 50%)

Краткое содержание задания:

Работа проводится в лаборатории кафедры ФТЭМК. Для допуска к работе необходимо изучить теоретическую часть, ознакомиться с схемой установки и ее элементами и порядком выполнения работы. После выполнения работы необходимо произвести пример расчета указанных в задании величин и параметров. Отчет по лабораторной работе должен содержать титульный лист (с указанием названия работы, номера бригады и ФИО студента), цель работы, схему установки, экспериментальные данные, расчетные формулы (с пояснением всех входящих величин и указанием их размерностей), пример расчета (с последовательной подстановкой численных значений), таблицы расчетных данных, требуемые в рабочем задании графики зависимостей, вывод по проделанной работе.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: 7. определять статические параметры полупроводниковых тиристоров, способы включения и режимы их работы в электрической цепи.	1.Определять статические параметры полупроводниковых тиристоров, способы включения и режимы их работы в электрической цепи 2.Изображать структуру динистора, укажите полярность включения источника питания и объясните процессы, происходящие в тиристоре на различных участках ВАХ 3.По прямой ветви ВАХ тиристора определять его пороговое напряжение, удерживающие ток и напряжение 4.По входным характеристикам определить интегральное и дифференциальное входное сопротивление транзистора, включенного по схеме с ОЭ
Уметь: 8. определять статические параметры полупроводниковых приборов с одним и р-п переходом, способы включения и режимы их работы в электрической цепи.	1.Определять остаточное напряжение на открытом транзисторе и строить его зависимость от тока базы для фиксированных значений тока коллектора

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-10. Км-6 семестр 7 Контрольная работа №4

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа проводится в письменной форме. Время, отведенное на работу, составляет 1,5 часа

Краткое содержание задания:

Билет контрольной работы состоит из двух теоретических вопросов и одного практического задания. Оценка выставляется по совокупности ответов на все пункты билета. Удельный вес каждого теоретического вопроса составляет 25%, практического задания – 50%

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: 8. определять статические параметры полупроводниковых приборов с одним и р-п переходом, способы включения и режимы их работы в электрической цепи.	1.Определять электрические параметры ИМС
Уметь: 9. определять статические параметры биполярных транзисторов, способы включения и режимы их работы в электрической цепи.	1.Оценивать влияние повышенной и пониженной температуры, резкого ее перепада, повышенной влажности и пониженного давления на работу полупроводникового транзистора 2.Определять стадии установления теплового баланса в системе диод – внешняя среда

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

Для курсового проекта/работы

7 семестр

I. Описание КП/КР

Пример задания. 1. Рассчитать основные электрические параметры исходной пластины полупроводника 2. Рассчитать технологические параметры диффузии 3. Рассчитать и построить распределение примесей 4. Рассчитать ширину области пространственного заряда (ОПЗ) 5. Рассчитать и построить распределение электрического поля, изменение потенциала с расстоянием, распределение пространственного заряда 6. Рассчитать и построить зависимость ширины ОПЗ от приложенного напряжения 7. Рассчитать положение уровня Ферми 8. Рассчитать и построить энергетические диаграммы структуры при $U=0$, $U>0$ и $U<0$ 9. Рассчитать и построить вольт-амперную характеристику (ВАХ) структуры при нескольких температурах 10. Рассчитать и построить барьерную емкость как функцию от приложенного напряжения 11. Рассчитать и построить диффузионную емкость как функцию от протекающего тока

II. Примеры задания и темы работы

Пример задания

Рассчитать характеристики кремниевого диода

Тематика КП/КР:

Расчет параметров полупроводникового выпрямляющего диода Расчет параметров полупроводникового биполярного транзистора Расчет параметров полупроводникового тиристора Расчет параметров полупроводникового солнечного элемента

КМ-1. КМ-1. основные электрические параметры исходной пластины полупроводника Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

КМ-2. КМ-2. технологические параметры диффузии Описание шкалы оценивания

Оценка: 5
Нижний порог выполнения задания в процентах: 70
Описание характеристики выполнения знания: 70

Оценка: 4
Нижний порог выполнения задания в процентах: 60
Описание характеристики выполнения знания: 60

Оценка: 3
Нижний порог выполнения задания в процентах: 50
Описание характеристики выполнения знания: 50

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Задание не выполнено

КМ-3. КМ-3. распределение электрического поля, изменение потенциала с расстоянием, распределение пространственного заряда

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5
Нижний порог выполнения задания в процентах: 70
Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4
Нижний порог выполнения задания в процентах: 60
Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3
Нижний порог выполнения задания в процентах: 50
Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

КМ-4. Км-4. построить вольт-амперную характеристику (ВАХ) структуры при нескольких температурах

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5
Нижний порог выполнения задания в процентах: 70
Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4
Нижний порог выполнения задания в процентах: 60
Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3
Нижний порог выполнения задания в процентах: 50
Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

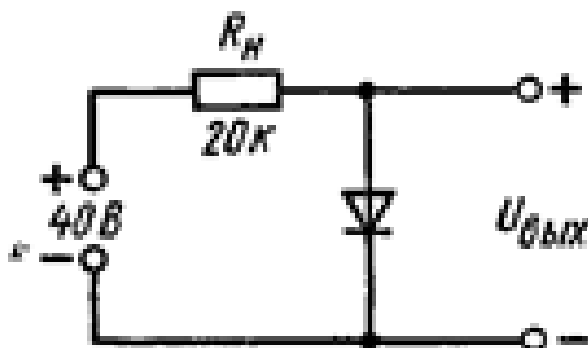
6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

пример билета

1. Математическая модель резкого и плавного $p-n$ перехода
2. Обратный ток насыщения диода с барьером Шоттки равен . Диод соединен последовательно с резистором и источником постоянного напряжения так, что на диод подается прямое напряжение. Определить сопротивление резистора, если падение напряжения на нем равно . Диод работает при комнатной температуре.
3. Определить выходное напряжение в схеме, изображенной на рисунке, если используемый кремниевый диод при комнатной температуре имеет обратный ток насыщения .



Процедура проведения

ответы по билетам

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Демонстрирует знание принципов работы, физических и математических моделей основных полупроводниковых приборов

Вопросы, задания

1. билет 1.

Имеется обращенный диод, p -область которого представляет вырожденный полупроводник, а уровень Ферми n -области находится в запрещенной зоне вблизи дна зоны проводимости. Изобразите энергетические диаграммы такого прибора при отсутствии смещения, при прямом и обратном смещениях. Можно ли на основании этих диаграмм судить о физических процессах в обращенном диоде? При каком смещении проявляется туннельный эффект? Постройте ВАХ такого обращенного диода. В полупроводниковом идеальном диоде , , . Определить соотношение между дырочной и электронной компонентами тока через $p-n$ переход. Кремниевый $p-n$ переход, находящийся при комнатной температуре, имеет концентрацию примесей и . Вычислить высоту потенциального барьера. Определить максимальное значение внешнего напряжения, при котором еще сохраняется низкий уровень инжекции.

2. билет 2

Концентрация доноров в n-области диода с идеальным р – n переходом равна концентрации акцепторов в р-области. Как изменится плотность тока через такой переход, если концентрацию доноров увеличить в 5 раз? Принять, что отношения n_i и n_A не изменились при изменении уровня легирования.

Выпрямление на р – n переходе, формула Шокли, прямой и обратный ток реального перехода

Туннельные и обращенные диоды

3.билет 3

Стабилитроны и стабисторы

.Светоизлучающие диоды

Установление состояния ТДР р – n перехода

4.билет 4

Эффекты Зеебека и Пельтье на невыпрямляющем контакте металл – полупроводник, полупроводниковые холодильники

.Гетеропереходы

Выпрямление на контакте металл – полупроводник, эффект Шотки

5.билет 5

Контакт металла с полупроводником, выпрямляющий и невыпрямляющий контакты, контакт с инверсионным слоем

Полупроводники в магнитном поле, преобразователи Холла

Внутренний эффект в полупроводниках. Фоторезисторы

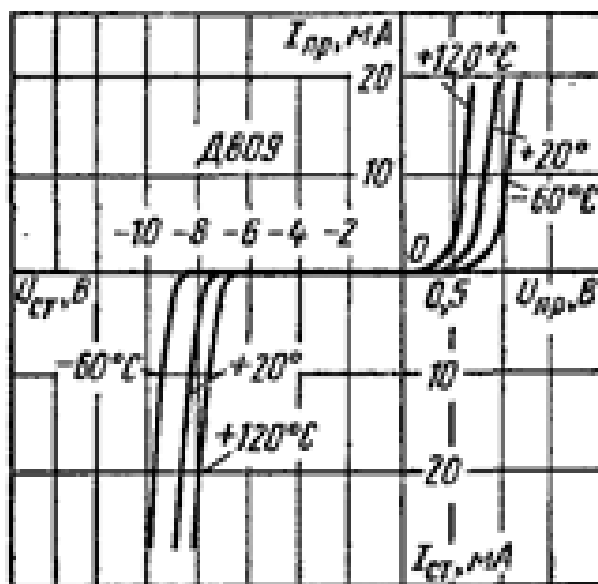
6.билет 6

Диоды СВЧ диапазона

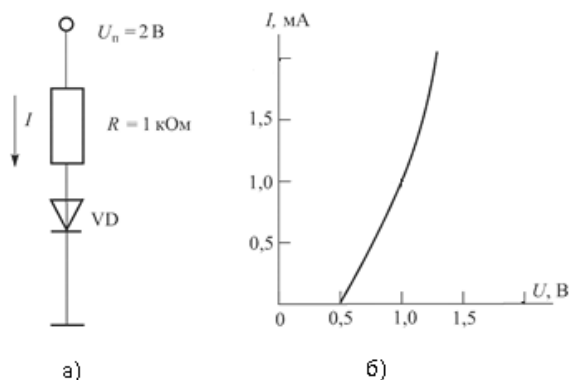
Основные уравнения полупроводниковой электроники. Уравнение токов, Пуассона, уравнение непрерывности

Электрические виды пробоя р – n перехода

7.билет 7



Пользуясь ВАХ стабилитрона Д809, изображенной на рисунке, графически определите напряжение и ток стабилизации стабилитрона, подключенного последовательно с ограничительным резистором к напряжению питания при комнатной температуре. Определите статическое и дифференциальное сопротивление стабилитрона и его ТКН.



Определить ток, текущий в схеме (рисунок а), если известна ВАХ диода (рисунок б).
Барьерная и диффузионная емкости р – n перехода. Варикапы

8.билет 8

Лавинный пробой полупроводникового диода

Заполнение энергетических зон. Плотность состояний.

Элементарные полупроводники. Бинарные соединения. Окислы. Слоистые полупроводники. Органические полупроводники. Магнитные полупроводники

9.билет 9

Структура полупроводников и типы проводимости.

Дисперсионные кривые фононов в полупроводниках

Проводимость, обусловленная наличием примесей в полупроводнике..

10.билет 10

Классификация полупроводниковых материалов

Уравнение непрерывности

Контакт двух полупроводников с разным типом проводимости.

11.билет 11

Плотность квантовых состояний

Время жизни носителей

Выпрямление на контакте металл – полупроводник, эффект Шотки

Материалы для проверки остаточных знаний

1..Лавинный пробой полупроводникового диода сопровождается резким увеличением обратного тока, которое связано с ионизацией

Ответы:

- а) примесных атомов кристаллической решетки в ОПЗ
- б) собственных атомов кристаллической решетки в ОПЗ
- с) примесных атомов кристаллической решетки в областях, прилегающих к ОПЗ на расстоянии диффузионной длины носителей заряда
- д) собственных атомов кристаллической решетки в областях, прилегающих к ОПЗ на расстоянии диффузионной длины носителей заряда

Верный ответ: Верный ответ: б). собственных атомов кристаллической решетки в ОПЗ

2.Каким механизмам пробоя соответствуют кривые на ВАХ кремниевого стабилитрона?

Ответы:

- a) туннельный механизм
- b) лавинный механизм
- c) смешанный механизм

Верный ответ: Верный ответ: a)-туннельный механизм

3.Какие материалы являются полупроводниками?

Ответы:

- a) **арсенид галлия.**
- b) **антимонид алюминия.**
- c) **нитрид кремния.**
- d) **титанат бария.**
- e) **фосфид индия.**

Верный ответ: Верный ответ: a, b, e

4.Прямой ток туннельного диода определяется

Верный ответ: a, c

Ответы:

- a) **туннельным током.**
- b) **током генерации.**
- c) **диффузионным током.**
- d) **током рекомбинации**

Верный ответ: Верный ответ d) током рекомбинации.

5.Рабочая точка лавинно-пролетного диода на его ВАХ находится

Ответы:

- a) в области прямого смещения.
- b) в области обратного смещения.
- c) в области прямого и обратного смещений.

Верный ответ: Верный ответ: b

6.Стабилитрон – полупроводниковый прибор с одним р-п переходом, работающий в режиме

Ответы:

- a) теплового пробоя.
- b) туннельного пробоя.
- c) лавинного пробоя.

Верный ответ: Верный ответ: b, c

7.Барьерная емкость варикапа образована

Ответы:

- a) неосновными носителями заряда в квазинейтральных областях.
- b) зарядами ионизированной примеси в ОПЗ.
- c) подвижными носителями заряда, проходящими через ОПЗ.
- d) подвижными носителями заряда в ОПЗ.

Верный ответ: Верный ответ: b

8.Математическая модель р-п перехода описывается:

Ответы:

- a) **соотношением Эйнштейна.**
- b) **уравнением Пуассона.**
- c) **распределением Ферми.**
- d) **статистикой Максвелла-Больцмана.**

Верный ответ: Верный ответ: b

9. Ток в контакте металл-полупроводник переносится основными носителями заряда

Ответы:

- a) верно
- b) не верно

Верный ответ: Верный ответ: a

10. Если при контакте двух твердых тел (ТТ) электроны переходят из первого ТТ во второе ТТ, то:

Ответы:

- a) энергетические уровни первого ТТ повышаются.
- b) энергетические уровни второго ТТ повышаются.
- c) энергетические уровни первого ТТ понижаются.
- d) энергетические уровни второго ТТ понижаются.

Верный ответ: 1 Верный ответ: b, c

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

стандартные

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Вычислить удельное сопротивление собственного кремния, если подвижности электронов и дырок равны и соответственно.
2. Определить постоянную Холла при комнатной температуре в антимониде индия, содержащем акцепторы с концентрацией , если отношение холловских подвижностей к дрейфовым равно
3. Получение структур методом сплавления

Процедура проведения

письменно с устным ответом по билету

I. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-1} Демонстрирует знание соответствия технологии производства и процесса проектирования полупроводниковых приборов и структур

Вопросы, задания

1. Применение ионной имплантации для создания р – n перехода. Геттерирование
2. Метод диффузии для создания р – n перехода. Загонка и разгонка легирующей примеси
3. Междолинный переход носителей заряда под действием сильного электрического поля
4. Полупроводники в сильных электрических полях, генератор Ганна

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Имеются кремниевый и германиевый образцы, находящиеся при комнатной температуре, одинаковой геометрии, которые параллельно подключены к источнику напряжения 6 В. Образцы кремния и германия легированы донорной примесью, причем концентрация примеси в кремнии в 100 раз больше, чем в германии. Определите отношение тока, протекающего через кремний к току, протекающего через германий если подвижность дырок в германии в 4 раза больше, чем в кремнии.

Ответы:

5
15
25

Верный ответ: Верный ответ: 25

2. Как соотносится технология получения р-п перехода с распределением легирующей примеси в нем?

Верный ответ: сплавная технология – ступенчатое распределение примеси
диффузионная технология и ионное легирование – плавное распределение примеси

Ответы:

сплавная технология – ступенчатое распределение примеси
диффузионная технология и ионное легирование – плавное распределение примеси

Верный ответ: Верный ответ: сплавная технология – ступенчатое распределение примеси
диффузионная технология и ионное легирование – плавное распределение примеси

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.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Для курсового проекта/работы:

7 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

защита с презентацией (не более 20 слайдов) в форме доклада на 10 минут

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

стандартные