



Утвърдил: .....

Декан

Дата .....

## СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ "СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ"

Факултет: Физически

Специалност: (код и наименование)

--	--	--	--	--	--	--	--	--

Магистърска програма: (код и наименование)

--	--	--	--	--	--	--	--	--

Микроелектроника и Информационни технологии

### УЧЕБНА ПРОГРАМА

Дисциплина: 

--	--	--	--

Физика на дискретните полупроводникови прибори

(код и наименование)

Преподавател: доц. д-р Стоян Христов Русев

Асистент: гл. ас. д-р Гичка Цуцуманова

Учебна заетост	Форма	Хорариум
Аудиторна заетост	Лекции	30
	Семинарни упражнения	15
	Практически упражнения (хоспетиране)	
<b>Обща аудиторна заетост</b>		<b>45</b>
Извънаудиторна заетост	Самостоятелна подготовка за две контролни работи	30
	Самостоятелна подготовка за изпит	30
<b>Обща извънаудиторна заетост</b>		<b>60</b>
<b>ОБЩА ЗАЕТОСТ</b>		<b>105</b>
<b>Кредити аудиторна заетост</b>		<b>1.5</b>
<b>Кредити извънаудиторна заетост</b>		<b>2</b>
<b>ОБЩО ЕКСТ</b>		<b>3.5</b>

№	Формиране на оценката по дисциплината	% от оценката
1.	Тест/Контролни работи върху лекционния материал и задачите	30
2.	Работата на студента по задачите от упражненията	10
3.	Изпит	60

**Анотация на учебната дисциплина:**

В курса се разглеждат физическите принципи на действие дискретните полупроводникови прибори. Разгледани са основни физически явления в еднороден и нееднороден полупроводник в работния температурен диапазон на приборите, необходими за обяснение на принципа на работа и пресмятане на основните характеристики на отделните групи полупроводникови прибори. Целта е да се даде модел за разбиране на принципите на действие на различните дискретни прибори на базата на конкретни примери.

Предварителни изисквания към студентите, слушащи курса са основни познания от курсовете по Електричество и магнетизъм, Оптика, диференциални уравнения, физика на твърдото тяло и физика на полупроводниците. След завършване на курса студентите ще имат теоретична подготовка за разбиране на принципите на действие, пресмятане на основни характеристики и практическото приложение на дискретните полупроводникови прибори.

Лекциите към курса са придружени с 15 часа упражнения - задачи, илюстриращи важни моменти от лекционния материал.

Оценката на студентите се формира на базата на работата по упражненията, два писмени тест/контролни - (в средата и в края на семестъра) и изпит в края на семестъра.

**Предварителни изисквания:**

- Електромагнетизъм. Оптика.
- Физика на твърдото тяло и физика на полупроводниците

**Очаквани резултати:**

Студентите, завършили успешно курса по Физика на дискретните полупроводникови прибори, могат да:

- разбират принципите на действие на полупроводникови прибори.
- прилагат теоретичните знания за пресмятане на основни характеристики;
- познават основните практически приложения

на отделните групи дискретни полупроводникови прибори.

### Учебно съдържание

№	Тема:	Хорариум
1.	<b>Еднороден полупроводник</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Зонна структура (Ge, Si, GaAs, InSb ...)</li> <li>• Концентрация на свободните токоносители, подвижност, проводимост.</li> <li>• Температурен диапазон на работа на полупроводниковите прибори.</li> </ul>	4
2.	<b>Нееднороден полупроводник</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Основни уравнения за анализ на полупроводниковите прибори.</li> <li>• Полета и заряди в полупроводника. Екранировка на електричното поле. Квазинеутралност</li> <li>• Характерни времена и дължини в полупроводника.</li> <li>• р-n преход в термодинамично равновесие - дифузен потенциал. Рязък преход. Плавен линеен преход. Преход с произволен профил. Специални типове преходи.</li> <li>• Неравновесно състояние на р-n преход - волт-амперна х-ка, разпределение на токоносителите, условия за квазиравновесие. Температурни зависимости.</li> </ul>	4
3.	<b>Диоди</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Волт - амперни характеристики - модели тънък преход/дебела база, тънък преход/тънка база. Реални ВАХ - топлинен и генерационен обратен ток. Коефициент на инжекция, разпределение на токовете и електричното поле.</li> <li>• Пробив на прехода - тунелен, лавинен, топлинен. Температурен режим.</li> <li>• Динамични характеристики - Бариерен и дифузен капацитет. Динамичен отклик за малосигнални параметри. Импулсни характеристики.</li> <li>• Шумове</li> <li>• Видове полупроводникови диоди - точкови, в.ч., изправителни, импулсни, стабилитрони, варикапи, тунелни, обърнати и др.</li> </ul>	3
4.	<b>Биполярни транзистори</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Класификация - по структура, режим на работа, схеми на свързване, технология.</li> <li>• Принцип на действие - процеси в емитерния и колекторния преходи. Ефективност на емитера и коефициент на пренос. Статичен коефициент на предаване по ток. Модулация на ширината на базата</li> <li>• Температурни зависимости.</li> <li>• Динамични характеристики</li> </ul>	5
5.	<b>Прибори с р-n-р-n структури</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Структура и класификация</li> <li>• Принцип на действие</li> <li>• Температурни зависимости.</li> <li>• Динамични характеристики</li> </ul>	3
6.	<b>Полеви транзистори</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Структура и класификация</li> <li>• Принцип на действие</li> <li>• Температурни зависимости.</li> <li>• Динамични характеристики</li> </ul>	5

7.	<b>Фотоелектрични приемници и излъчватели</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Приемници - Фотопроводимост и фотохарактеристики. Фоторезистори, фотодиоди, фототранзистори, фототиристори</li> <li>• Излъчватели - Принцип на действие. Светодиоди, лазери.</li> </ul>	3
8.	<b>Преобразуватели и датчици на други физични величини</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Датчици - налягане, температура, киселинност, химически състав и др.</li> <li>• Преобразуватели. Micromachining.</li> </ul>	3

### *Конспект за изпит*

№	Въпрос
1.	Зонна структура. Ширина на забранената зона. Зонна структура на някои полупроводници (Ge, Si, GaAs, InSb...)
2.	Зонна структура. Ефективна маса.
3.	Концентрация на токоносителите. Изроден и неизроден полупроводник. Собствен и примесен полупроводник.
4.	Температура на йонизация на примесите и критична температура.
5.	Дрейфова скорост, подвижност и проводимост.
6.	Основни уравнения за анализ на работата на полупроводниковите прибори.
7.	Полета и заряди в полупроводника: Екранировка на заряд. Квазинеутралност.
8.	Полета и заряди в полупроводника: Екранировка на електрично поле.
9.	Характерни времена и дължини в полупроводника.
10.	p-n преход в термодинамично равновесие. Дифузен потенциал. Температурна зависимост на дифузия потенциал
11.	Ширина на прехода. Разпределение на заряда, електричното поле и потенциала. Симетричен и несиметричен преходи
12.	Неравновесно състояние на p-n преход - изменение на бариерния потенциал и ширината на прехода
13.	Волт-амперна характеристика на p-n преход. Приближение на тънка/дебела база и тънък/дебел преход.
14.	Обратна характеристика на p-n преход. Обратен ток. Зависимост от температурата
15.	Пробиви в p-n преход. Температурен режим.
16.	Динамични характеристики. Бариерен капацитет и дифузен капацитет. Импулсни характеристики.
17.	Полупроводникови диоди.
18.	Биполярни транзистори.
19.	p-n-p структури. Тиристори.
20.	Полеви транзистори.
21.	Полупроводникови фотоелектрични приемници и излъчватели.
22.	Полупроводникови преобразуватели и датчици.

## **Библиография**

### **Основна:**

1. М. Шур, Физика полупроводниковых приборов, М., Мир, 1992
2. F. A. Fraser, The Physics of semiconductor devices, Oxford, 1985
3. С. Русев, *Лекционен материал към курса по Физика на дискретните полупроводникови прибори.*

### **Допълнителна:**

4. С. Зи, Физика полупроводниковых приборов, М., Мир, 1984
5. R. W. Keyes, "Physical limits of silicon transistors and circuits," Reports on Progress in Physics 68, 2701 (2005)

**Дата: 27.02.2013**

**Съставил:**

доц. д-р Стоян Христов Русев