



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: 

--	--	--	--

Аналитични методи за изследване на материали и структури в микроелектрониката

(код и наименование)

**Преподавател: доц. д-р Евгения Вълчева**

Асистент: гл. ас. д-р К. Кирилов

Учебна заетост	Форма	Хорариум
Аудиторна заетост	Лекции	45
	Семинарни упражнения	
	Практически упражнения (хоспетиране)	15
<b>Обща аудиторна заетост</b>		<b>60</b>
Извънаудиторна заетост	Самостоятелна подготовка за две контролни работи	30
	Самостоятелна подготовка за изпит	45
<b>Обща извънаудиторна заетост</b>		<b>75</b>
<b>ОБЩА ЗАЕТОСТ</b>		<b>135</b>
Кредити аудиторна заетост		2
Кредити извънаудиторна заетост		2.5
<b>ОБЩО ЕКСТ</b>		<b>4.5</b>

№	Формиране на оценката по дисциплината	% от оценката
---	---------------------------------------	---------------

1.	Тест/Контролни работи върху лекционния материал	30
2.	Работата на студента по задачите от упражненията	10
3.	Изпит	60

#### **Анотация на учебната дисциплина:**

Програмата се явява естествено продължение на курсовете, изучавани в бакалавърската степен специалност Инженерна Физика: “Физично материалознание”, “Физика на твърдото тяло”, “Експериментални методи във физиката на твърдото тяло,” и др.

Изследването и изучаването на физичните и физико-химичните свойства на повърхността на твърдото тяло е особено актуално научно и приложно направление поради факта, че на основата на използването на свойствата на повърхността, повърхностните явления и тънките слоеве почива цялото съвременно приборостроене. Това определя и областите, където могат да намерят реализация студентите след завършване на магистърската програма.

В курса се изучават най-модерните и най-широко използваните методи за изследване свойствата на твърдотелни повърхности. Обхванати са спектроскопичните методи за анализ на електронната структура и характеризирането на примесите и дефектите в тънки слоеве.

Едно второ направление обхваща свойствата на кристалната структура и морфология на повърхността. Дават се практически познания за работа с електронни, йонни и фотонни лъчи в микроанализа.

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 и практическа подготовка за разбиране на взаимодействие на различни лъчения с твърдотелната повърхност, най-модерните аналитични методи за характеризиране и задълбочени познания върху физиката на материали за микро- и оптоелектрониката.

Лекциите към курса са придружени с 15 часа практически упражнения , 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:**

- Електричество и магнетизъм, Оптика.
- Физика на твърдото тяло и физика на полупроводниците

#### **Очаквани резултати:**

Студентите, завършили успешно курса по Аналитични методи за изследване на материали и структури в микроелектрониката:

- имат теоретична и практическа подготовка за разбиране на взаимодействие на

<p>различни лъчения с твърдотелната повърхност,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- познават най-модерните експериментални методи за анализ на твърдотелната повърхност</li> <li>- получават задълбочени познания върху физиката на материали за микро- и оптоелектрониката</li> </ul>
---

### **Учебно съдържание**

№	Тема:	Хорариум
1.	<i>Методи за анализ чрез взаимодействие с потоци от електрони, фотони и йони</i>	
1.1.	Обща характеристика на методите за изследване. Понятие за повърхност. Вид на получената информация и област на приложимост	3
2.	<i>Изследване на електронна структура и химичен състав</i>	
2.1.	Фотоелектронна спектроскопия (XPS). Едноелектронна теория. Възможности и ограничения на XPS. Апаратура и приложение. Химичен анализ (ESCA).	4
2.2.	Оже-електронна спектроскопия (AES). Форма и интензитет на линиите. Количествен анализ. Възможности на AES. Сканираща AES. Апаратура и приложение.	4
2.3.	Сравнение на възможностите и получената информация с XPS и AES.	2
2.4.	Спектроскопия на енергетичните загуби на бавни електрони. Теория и приложение.	3
2.5.	Вторична йонна мас- спектрометрия (SIMS). Физически основи. Масспектрометрия на вторични йони. Апаратура за SIMS. Статичен и динамичен режим. Приложение.	4
2.6.	Определяне на химичен състав с електронна микросонда (EDX, WDX).	3
3.	<i>Изследване на кристалната структура на повърхността</i>	
3.1.	Нискоенергетична електронна дифракция (LEED). Геометрична теория на дифракцията. Реконструкция на повърхността. Апаратура и възможности.	5
3.2.	Електронна микроскопия. Принципи и техники. Трансмисионна (TEM) и сканираща (SEM) микроскопия. Приготвяне на микроскопски образци. Характеризиране на структурни дефекти.	6
3.3.	Тунелна микроскопия. Сканиращ тунелен микроскоп (STM). Принципи и възможности.	5
3.4.	Изследване на морфология на повърхността - атомно-силов микроскоп (AFM).	4
4.	Заклучителни бележки. Перспективи за развитие на методите и приложението им.	2

### Конспект за изпит

№	Въпрос
1.	<i>Методи за анализ чрез взаимодействие с потоци от електрони, фотони и йони</i>
1.1.	Обща характеристика на методите за изследване. Понятие за повърхност. Вид на получената информация и област на приложимост
2.	<i>Изследване на електронна структура и химичен състав</i>
2.1.	Фотоелектронна спектроскопия (XPS). Едноелектронна теория. Възможности и ограничения на XPS. Апаратура и приложение. Химичен анализ (ESCA).
2.2.	Оже-електронна спектроскопия (AES). Форма и интензитет на линиите. Количествен анализ. Възможности на AES. Сканираща AES. Апаратура и приложение.
2.3.	Сравнение на възможностите и получената информация с XPS и AES.
2.4.	Спектроскопия на енергетичните загуби на бавни електрони. Теория и приложение.
2.5.	Вторична йонна мас-спектрометрия (SIMS). Физически основи. Масспектроскопия на вторични йони. Апаратура за SIMS. Статичен и динамичен режим. Приложение.
2.6.	Определяне на химичен състав с електронна микросонда (EDX, WDX).
3.	<i>Изследване на кристалната структура на повърхността</i>
3.1.	Нискоенергетична електронна дифракция (LEED). Геометрична теория на дифракцията. Реконструкция на повърхността. Апаратура и възможности.
3.2.	Електронна микроскопия. Принципи и техники. Трансмисионна (TEM) и сканираща (SEM) микроскопия. Приготвяне на микроскопски образци. Характеризиране на структурни дефекти.
3.3.	Тунелна микроскопия. Сканиращ тунелен микроскоп (STM). Принципи и възможности.
3.4.	Изследване на морфология на повърхността - атомно-силов микроскоп (AFM).
4.	Заклучителни бележки. Перспективи за развитие на методите и приложението им.
1.	<i>Методи за анализ чрез взаимодействие с потоци от електрони, фотони и йони</i>
1.1.	Обща характеристика на методите за изследване. Понятие за повърхност. Вид на получената информация и област на приложимост
2.	<i>Изследване на електронна структура и химичен състав</i>
2.1.	Фотоелектронна спектроскопия (XPS). Едноелектронна теория. Възможности и ограничения на XPS. Апаратура и приложение. Химичен анализ (ESCA).
2.2.	Оже-електронна спектроскопия (AES). Форма и интензитет на линиите. Количествен анализ. Възможности на AES. Сканираща AES. Апаратура и приложение.
2.3.	Сравнение на възможностите и получената информация с XPS и AES.
2.4.	Спектроскопия на енергетичните загуби на бавни електрони. Теория и приложение.

### Библиография

#### Основна:

1. Semiconductor materials and device characterization, D. K. Schroder, J. Willey & Sons, 1993. достъпна онлайн на адрес: <http://elearning-phys.uni-sofia.bg/~epv/>

2. Semiconductor devices, S. Sze, J. Willey & Sons , 1985 .
3. Методы анализа поверхностей, ред. А. Зандерн, 1979г.
5. Лекционнен материал на преподавателя, достъпна онлайн на адрес:  
<http://elearning-phys.uni-sofia.bg/~epv/>

*Допълнителна:*

1. Электронная и йонная спектроскопия твердых тел, ред. Фирманс, Вунник, Декейсер, 1981.

**Дата: 27.02.2013**

**Съставил:**

доц. д-р Евгения Петрова Вълчева