



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: 

--	--	--	--

Методи за модификация на повърхността и изследване на параметрите ѝ

(код и наименование)

Преподавател: проф.дфн Иванка Александрова Йорданова

Асистент:

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 на курсова работа и за колоквиум за защитата ѝ	30
	Самостоятелна подготовка за изпит	45
<b>Обща извънаудиторна заетост</b>		<b>75</b>
<b>ОБЩА ЗАЕТОСТ</b>		<b>135</b>
<b>Кредити аудиторна заетост</b>		<b>2</b>
<b>Кредити извънаудиторна заетост</b>		<b>2.5</b>
<b>ОБЩО ЕКСТ</b>		<b>4.5</b>

№	Формиране на оценката по дисциплината	% от оценката
1.	Работа по време на упражненията	20
2.	Курсова работа и колоквиум върху специфични методи за изследване на твърдотелни повърхности	20
3.	Изпит	60

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

Понастоящем инженерната обработка на повърхността е широко разпространен и икономически изгоден метод за модифициране параметрите на повърхността на твърдотелни материали и за реставриране на влошени в резултат на продължителна употреба специфични свойства. Много от съвременните методи за обработка на твърдотелни повърхности се отнасят към нано-технолозиите. Резултатите и правилното провеждане на този вид обработка на твърдотелните материали е в пряка зависимост от задълбоченото познаване на физическата същност, механизмите и конетиката на протичащите в материала процеси.

Предлаганият курс е задължителен за студентите, обучавани в магистърската програма „Микроелектроника и информационни технологии”.

В първата част на курса се разглеждат физичните принципи, параметри и особености на методи, прилагани за модификация на структурата и свойствата на твърдотелни материали, използвани в приборостроенето и в частност в микроелектрониката. Преподаваният материал се базира на предшестващи курсове, преподавани в бакалавърската степен във Физически факултет, като не се припокрива с тях или с други курсове, включени в магистърската програма „Микроелектроника и информационни технологии”.

Във втората част на лекционния материал се разглеждат съвременни методи (предимно безразрушителни) за изследване на твърдотелни повърхности.

Включеният в курса материал се базира на най-съвременни източници: еурокурсове, монографии, научни публикации (в това число и на автора на програмата).

Предвижданият практикум цели да предложи на студентите набор от експериментални задачи, свързани с лекционния материал, решаването на които ще спомогне за по-доброто осмисляне на проблемите и допълване на получаваните знания.

#### **Предварителни изисквания:**

- Базисните курсове по физика и математика за ФзФ
- Физика на кондензираната материя
- Физическо материалознание

#### **Очаквани резултати:**

Студентите, завършили успешно курса по Методи за модификация на повърхността и изследване на параметрите ѝ могат да:

- подбират подходящи технологични въздействия с цел модификация на конкретни макро-свойства на твърдотелни повърхности;
- подбират подходящи експериментални методики за оценка на микро- и макро-характеристики на твърдотелни повърхности;
- провеждат екипна работа при реализиране на повърхнинна инженерна обработка и изследване параметрите на твърдотелни повърхности;
- анализират взаимната връзка между параметри на технологично въздействие, структурообразуване и макро-свойства на инженерно обработени твърдотелни повърхности;
- предлагат насоки за промяна на параметрите на технологично въздействие с цел оптимизиране на протичащите при обработката процеси и подобряване на резултатите от провежданата повърхнинна обработка.

### *Учебно съдържание*

№	Тема:	Хорариум
1.	Особености и характеристики на повърхността на твърдотелни материали. Адсорбция – същност, характеристики, кинетика на физична адсорбция, уравнения на Лангмюр, константа на равновесие, изотерми на Лангмюр. Химична адсорбция.	3
2.	Характеристика на фундаменталните процеси върху твърдотелната повърхност при отлагане на филми от газова фаза. Зародишеобразуване и растеж- теоритични модели, зависимост от важни технологични параметри. Същност на процесите при нанасяне на филми от газова фаза, получена чрез бомбардиране на мишена с високоенергийни йони. Параметри на разпрашените частици. Фундаментални процеси при формиране на дебели покрития. Влияние на температурата на подложката върху микроструктурата и възникването на преимуществени ориентации (текстури)	9
4.	Термични спрей технологии - обща характеристика, същност и видове. Механизъм на структурообразуване във филмите и покритията, нанесени чрез тези технологии. Изисквания и характеристики на изходните прахове. Механизъм на текстуриране и формиране на остатъчни напрежения във филмите и покритията. Модел на Kuroda за закалъчни и термични напрежения. Температурни и скоростни градиенти на праховите частици и влияние върху микроструктурата. Допълнителна обработка на филми и покрития, нанесени чрез термични спрей технологии. Филми и покрития, нанесени чрез термичен спрей, използвани в: приборо- и машиностроенето, микроелектрониката, медицината (като биоматериали) – основни сведения и характеристики.	6

5.	Повърхнинно окисление. Химични аспекти на окислението–кинетика на химичните реакции, обратими реакции, химично равновесие. Термодинамика на процеса на повърхнинно окисление. Механизъм и кинетика на процеса – теория на Вагнер, Кабрера и Мот. Особенности на микроструктурата на повърхнинни оксидни филми.	3
6.	Лазерна обработка на повърхността – същност и видове. Характеристика на основните методи за оценка на температурните полета, възникващи в монолитни материали и филми при повърхнинно лазерно въздействие. Повърхнинно лазерно окисление. Някои специфични приложения на повърхнинната лазерна обработка за модификация на микроструктурата и свойствата.	3
7.	Хибридни процеси за обработка на повърхността – отлагане на филми чрез комбинация от няколко метода. Инженерната обработка на повърхността в индустриалната практика	3
8.	Методи за оценка механичните свойства на филми и покрития. Експериментални методи и теоритични модели за оценка на адхезията. Методи за оценка на твърдостта, еластичността и износоустойчивостта.	3
9.	Рентгеноструктурни методи в приложение за изследване параметри на повърхността, филми и покрития.	3
10.	Методи на сканиращата и трансмисионна електронна, тунелна и атомно-силова микроскопия за изследване на твърдотелни повърхности и филми.	3
11.	Съвременни спектроскопски методи за изследване на твърдотелни повърхности – Оже и рентгенова фотоелектронна спектроскопия, Ръдерфордово разсейване на алфа частици, други ядрени методи.	3

**Конспект за изпит**

№	Въпрос
1.	Адсорбция – същност, характеристики, кинетика на физична адсорбция, уравнения на Лангмюр, константа на равновесие, изотерми на Лангмюр. Химична адсорбция.
2.	Фундаментални процеси върху твърдотелната повърхност при отлагане на филми от газова фаза. Зародишеобразуване и растеж- теоритични модели, зависимост от важни технологични параметри.
3.	Нанасяне на филми от газова фаза, получена чрез бомбардиране на мишена с високоенергийни йони. Параметри на разпрашените частици.
4.	Фундаментални процеси при формиране на дебели покрития. Влияние на температурата на подложката върху микроструктурата и възникването на преимуществени ориентации (текстури)

5.	Особености на методите за нанасяне на филми и покрития при ниски налягания на плазменния газ. Същност на триелектродното и магнетронното разпрашване
6.	Небалансирано магнетронно разпрашване и разпрашване в затворено магнитно поле. Високочестотно, импулсно, високомошно и реактивно магнетронно разпрашване.
7.	Влияние на технологичните показатели при магнетронно разпрашване върху важни за процеса на структуриране параметри. Структурни зонни модели.
8.	Изисквания към микроструктурата на магнетронно разпрашени филми. Влияние на микроструктурата върху параметрите на макросвойствата на магнетронно разпрашени слоеве.
9.	Термични спрей технологии - обща характеристика, същност и видове. Модели за механизма на структуриране във филмите и покритията, нанесени чрез тези технологии.
10.	Изисквания и характеристики на праховете, използвани в термичните спрей-технологии. Филми и покрития, нанесени чрез термичен спрей, използвани в: приборо- и машиностроенето, микроелектрониката, медицината (като биоматериали) – основни сведения и характеристики.
11.	Механизъм на текстуриране в слоеве, нанесени чрез термичен спрей
12.	Механизъм на формиране на остатъчни напрежения в слоевете, нанесени чрез термични спрей технологии. Модел на Kuroda и Clyne.
13.	Температурни и скоростни градиенти на праховите частици и влияние върху микроструктурата. Допълнителна обработка на филми и покрития, нанесени чрез термични спрей технологии.
14.	Повърхнинно окисление. Химични аспекти на окислението – кинетика на химичните реакции, обратими реакции, химично равновесие. Термодинамика на процеса на повърхнинно окисление.
15.	Механизъм на повърхнинното окисление. Теория на Вагнер, Кабрера и Мот кинетиката на процеса. Особенности на състава и микроструктурата на повърхнинни оксидни филми.
16.	Лазерна обработка на повърхността – същност и видове. Характеристика на основните методи за оценка на температурните полета, възникващи в монолитни материали и филми при повърхнинно лазерно въздействие. Повърхнинно лазерно окисление. Някои специфични приложения на повърхнинната лазерна обработка за модификация на микроструктурата и свойствата.
17.	Повърхнинна лазерна обработка, прилагана в микроелектрониката.
18.	Хибридни процеси за обработка на повърхността – отлагане на филми чрез комбинация от няколко метода. Инженерната обработка на повърхността в индустриалната практика
19.	Методи за оценка механичните свойства на филми и покрития. Експериментални методи и теоритични модели за оценка на адхезията.
20.	Методи за оценка на твърдостта и износоустойчивостта на слоеве
21.	Рентгеноструктурни методи в приложение за изследване параметри на твърдотелни повърхности и слоеве.

22.	Методи на сканиращата и трансмисионна електронна, тунелна и атомно-силова микроскопия за изследване на твърдотелни повърхности и филми.
23.	Съвременни спектроскопски методи за изследване на твърдотелни повърхности – Оже и рентгенова фотоелектронна спектроскопия.
24.	Изследване на твърдотелни повърхности и повърхнинни слоеве чрез ядрени методи( Ръдерфордово разсейване на алфа частици, позитронна аниhilация, ядрени реакции).

### *Библиография*

***Основна:***

1. Лекции в пълен текст, подготвени от автора на програмата
2. W.Gissler, H.A.Jehn (eds.) , Euro course Advanced Techniques for Surface Engineering, Cluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, 1992

***Допълнителна:***

3. Robert E.Reed-Hill, R. Abbaschian, Physical metallurgy principles, PWS publishing company, Boston, 1991

**Дата: 28.02.2013**

***Съставил:***  
проф.дфн Иванка Александрова Йорданова