



Утвърдил:

Декан

Дата

СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ "СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ"

Факултет: Физически

Специалност: (код и наименование)

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

Физика, Инженерна физика

Магистърска програма: (код и наименование)

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

УЧЕБНА ПРОГРАМА

Дисциплина:

--	--	--	--

Експериментални методи във физиката на твърдото тяло

(код и наименование)

Преподавател: гл. ас д-р Гичка Георгиева Цуцуманова, гл. ас. д-р Кирил

Младенов Кирилов

Асистент: гл. ас. д-р Гичка Цуцуманова, гл. ас. д-р Кирил Младенов Кирилов

Учебна заетост	Форма	Хорариум
Аудиторна заетост	Лекции	45
	Семинарни упражнения	
	Практически упражнения	30
Обща аудиторна заетост		75
Извънаудиторна заетост	Самостоятелна подготовка за две контролни работи	40
	Самостоятелна подготовка за упражненията	30
	Самостоятелна подготовка за изпит	35
Обща извънаудиторна заетост		105
ОБЩА ЗАЕТОСТ		180
Кредити аудиторна заетост		2.5
Кредити извънаудиторна заетост		3.5
ОБЩО ЕКСТ		6

№	Формиране на оценката по дисциплината	% от оценката
1.	Контролна работа върху два теста	60
2.	Работа по упражненията	20
3.	Изпит	20

Анотация на учебната дисциплина:

Курсът разглежда основните експериментални методи, използвани за изследване и характеризирани на твърдотелни материали и цели запознаването с основните принципи на методите, техните възможности, предимства, недостатъци и ограничения.

Разгледани са основните микроскопски методи – оптична микроскопия и нейните многобройни разновидности, сканираща трансмисионна и електронна микроскопия, базираните на тях методи за анализ и характеризирани (EDXS, WDXS и др.), както и по-новите методи като сканираща акустична микроскопия. Описани са също и едни от най-често използваните за изследване на твърдотелни материали оптични методи - спектроскопия, раманова спектроскопия, гигантско раманово разсейване, фото- и катодо луминесценция, включително и поляризационни методи - поляриметрия и елипсометрия, и методи използвани за определяне на електрични характеристики – специфично съпротивление, концентрация и подвижност на токоносители и др. Внимание е обърнато и на методите за изследване структурата на материалите като дифракция на рентгенови лъчи и на електрони, а така също и на методи, използващи заредени частици – RBS, EELS, SIMS.

Лекциите към курса (45 ч.) са придружени с 30 часа практически упражнения. Практическите упражнения включват работа на студентите в научните лаборатории на катедра ФТТ и МЕ със съвременна експериментална апаратура като например сканираща електронна и йонна микроскопия, рентгенов микроанализ, катодолуминесценция, елипсометрия, UV/VIS и Раманова спектроскопия и др.

Предварителни изисквания:

- Механика
- Оптика
- Електричество и магнетизъм
- Физика на твърдото тяло.

Очаквани резултати:

Студентите, завършили успешно курса по Експериментални методи във физиката на твърдото тяло, могат да:

- Демонстрират основни познания за физичните основи на експерименталните методи за изследване на оптични, електрични, структурни и др. свойства на твърдотелни материали и структури;
- Демонстрират основни познания за областите на приложение, основни предимства, недостатъци и ограничения на тези експериментални методи.
- Демонстрират основни познания обработка на експериментални данни,

получени от горните методи.

- Имат основни познания и умения за практическото използване на апаратурата (за експериментални методи, включени в практическите упражнения към курса) и да анализират получените резултати.

Учебно съдържание

№	Тема:	Хорариум
	Микроскопски методи.	
1.	Оптична и конфокална микроскопия. Микроскопия на пълно вътрешно отражение. Поляризация. Микроскопия при ъгъл на Брюстер.	3
2.	Трансмисионна електронна микроскопия.	2
3.	Сканираща електронна/йонна микроскопия (SEM/SIM). EDXS, WDXS, катодолуминисценция. SIM.	3
4.	Scanning probe microscopy (SPM): STM, AFM и свързани с тях методи. Сканираща микроскопия на близко поле (SNOM).	3
	Методи за изследване на оптични и акустични свойства.	
5.	Спектроскопия. UV/VIS , FTIR, Раманова спектроскопия, SERS	3
6.	Рефрактометрия. Поляриметрия. Елипсометрия.	3
7.	Фотолуминесценция, фотопроводимост, Катодолуминесценция, повърхностно фотонапрежение.	3
8.	Ултразвукови преобразуватели и ултразвукова дефектоскопия, сканираща акустична микроскопия.	3
9.	Определяне на еластични и еластооптични константи.	2
	Методи за изследване на електрични и магнитни свойства	
10.	Определяне на специфично съпротивление и типа проводимост. Дву- три- и четиризондов метод. Метод на Ван дер Пау.	3
11.	Определяне на концентрация и подвижност на токоносители чрез ефект на Хол.	2
12.	Изследване на топлинни свойства	3
13.	Определяне на параметри от CV, IV характеристики	3
14.	Диа-, пара- и феромагнетизъм	2
15.	Изследване на магнитни свойства (възприемчивост, анизотропия, намагнитеност)	2
	Методи за изследване на структура	
16.	Дифракционни методи – рентгенова, електронна и неутронна дифракция.	3
17.	Изследване на повърхността със заредени частици – RBS, EELS, AES, SIMS	2

Упражнения*

№	Тема:	Хорариум
1.	Сканираща електронна микроскопия на твърдотелни материали.	3
2.	Сканираща йонна микроскопия.	3
3.	Определяне на локален елементарен състав на материали чрез рентгенов микроанализ (EDX).	3
4.	Трансмисионна електронна микроскопия.	3
5.	Елипсометрично определяне на показател на пречупване и дебелина на тънки слоеве.	3
6.	Спектрометрично определяне на дебелина на диелектричен слой.	3
7.	Катодолуминесценция на полупроводникови структури.	3
8.	Акустични резонатори и преобразуватели.	3
9.	Определяне на еластични константи.	3
10.	Определяне на ширина на забранена зона на полупроводник от температурна зависимост на напрежението на PN преход.	3
11.	Определяне на характеристики на полупроводникови структури чрез волтамперни измервания.	
12.	Определяне на забранената зона в полупроводникови материали чрез фотопроводимост.	3
13.	Определяне на дифузионната дължина на неосновните носители в ПП материали чрез повърхностно фотонапрежение.	3
14.	Изследване на електронната структура на наноразмерни материали със повърхностна фотоволтаична спектроскопия.	3
15.	Определяне на профила на легиране в ПП структури с чрез волткапацитивни измервания.	
16.	Определяне на основни оптични преходи в структури с квантови ями чрез фотолуминесцентна спектроскопия.	3
17.	Определяне честотите на основните фононни моди в полупроводникови материали, чрез раманова спектроскопия.	3

* С цел да се осигури взаимна заменяемост и в зависимост от натовареността на преподавателите, общият брой на часовете в практическите упражнения е по-голям от предвидения в учебната програма. От предложените 15 практически упражнения, през семестъра ще се водят 10 от тях.

Конспект за изпит

№	Въпрос
1.	Микроскопски методи за изследване на повърхността. Предимства и недостатъци.
2.	Оптична и конфокална микроскопия. Микроскопия на пълно вътрешно отражение.
3.	Поляризационна микроскопия. Микроскопия при ъгъл на Брюстер.
4.	Трансмисионна електронна микроскопия.
5.	Сканираща електронна микроскопия.
6.	Сканираща йонна микроскопия.
7.	Атомно-силова микроскопия и базирани на нея микроскопии. Сканираща микроскопия на близко поле (SNOM).
8.	UV/VIS спектроскопия, FTIR.
9.	Раманова спектроскопия, Усилено раманово разсейване (SERS).
10.	Рефрактометрия. Поляриметрия.
11.	Елипсометрия.
12.	Фотолуминесценция, Катодолуминесценция .
13.	Определяне на фотопроводимост и повърхностно фотонапрежение.
14.	Ултразвукови преобразуватели.
15.	Ултразвукова дефектоскопия. Сканираща акустична микроскопия.
16.	Определяне на еластични и еластооптични константи.
17.	Определяне на специфично съпротивление и типа проводимост. Дву- три- и четирисондов метод. Метод на Ван дер Пау.
18.	Определяне на концентрация и подвижност на токоносители чрез ефект на Хол.
19.	Изследване на топлинни свойства на твърди тела.
20.	Определяне на параметри от CV, IV характеристики.
21.	Диа-, пара- и феромагнетизъм.
22.	Изследване на магнитни свойства (възприемчивост, анизотропия, намагнитеност).
23.	Рентгенова, електронна и неутронна дифракция.
24.	Изследване на повърхността със заредени частици.

Библиография

Основна:

1. Лекционен материал към курса (в електронен вид).
2. А. Апостолов, Експериментални методи във физиката на твърдото тяло, част първа, Наука и изкуство, София, 1983
3. H. Bubert and H. Jenett, Surface and thin films applications: Principles, instrumentation, applications, Wiley-VSH Verlag GmbH, 2002

Допълнителна:

1. А. Апостолов, И. Йорданова, В. Кръстев, Наръчник по приложна рентгенография, Наука и изкуство, София, 1988
2. М. Михов, Ексериментални методи в магнетизма, записки, 2008
3. В. И. Смирнов, Неразрушающие методы контроля параметров полупроводниковых материалов и структур, Ульяновск УлГТУ 2012
4. Bradley D. Fahlman, Materials Chemistry, chapter 7, Springer 2011
5. Manijeh Razeghi, Fundamentals of Solid State Engineering, 2nd Edition, Springer Science 2006
6. S. Amelinckx, D. van Dyck, J. van Landuyt, G. van Tendeloo, Handbook of Microscopy Applications in Materials Science, Solid-state Physics and Chemistry, VCH 1997
7. Батавин, В.В., Контроль параметров полупроводниковых материалов и эпитаксиальных слоев. Массовая библиотека инженера, Москва: Советское радио 1976
8. Schroder, D.K., Semiconductor material and device characterization, New Jersey, USA: John Wiley & Sons 2006

Дата: 11.07.2013 г.

Съставили:

гл. ас. д-р Гичка Цуцуманова

гл.ас. д-р Кирил Кирилов