Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti

Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi

Tehnologia Informaţiei

FIŞA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituţia de învăţământ superior	**Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti**
1.2 Facultatea	**Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologia Informaţiei**
1.3 Departamentul	**Dispozitive, Circuite şi Arhitecturi Electronice**
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Microsisteme

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Caracterizarea microfizică a micro- si nano-structurilor			
2.2 Titularul activităţilor de curs				Dr. Fiz. Miron Adrian Dinescu			
2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator							
2.4 Anul de studiu	2	2.5 Semestrul	1	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei		DS	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M3.O.03-17		2.10 Tipul de notare	Nota

3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităţilor didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	2	Din care: 3.2 curs	1	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învăţământ	28	Din care: 3.5 curs	14	3.6 seminar/laborator	14
Distribuţia fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie şi notiţe Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii şi eseuri					58
Tutorat					0
Examinări					4
Alte activităţi (dacă există):					0

3.7 Total ore studiu individual	72.00
3.8 Total ore pe semestru	100
3.9 Numărul de credite	4

4. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Cursuri de Fizica I şi II
4.2 de rezultate ale învăţării	Cunostinte specifice de fizica (optica, fizica starii solide, electrodinamica, cuantica), chimie, dispozitive si circuite

5. Condiţii necesare pentru desfăşurarea optimă a activităţilor didactice (acolo unde este cazul)

5.1 Curs	Cursul se va desfăşura într-o sală dotată cu videoproiector sau pe platforma MSTeams

5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Prezenţa la fiecare şedinţă de laborator care se face în cadrul Institutului Naţional de Cercetere-Dezvoltare pentru Microtehnologie - IMT-Bucureşti (laboratoarele, fiind complexe, nu se repetă).

6. Obiectiv general *(Se referă la intenţiile profesorilor pentru studenţi, la ceea ce studenţii vor fi învăţaţi în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului ştiinţific abordat, precum şi la rolul pe care acesta îl are în cadrul specializării studiate. Vor fi descrise de o manieră generală tematicile abordate, justificarea includerii cursului în planul de învăţământ al specializării studiate etc.)*

Această disciplină se studiază în cadrul domeniului Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii informaţionale, specializarea Microsisteme şi îşi propune să familiarizeze studenţii cu principalele abordări, metode şi tehnologii utilizate în domeniul caracterizării micro şi nanostructurilor. Nanotehnologiile sunt tehnologii revoluţionare care sunt înglobate în produse din industria modernă a României, de exemplu: auto (Renault), aeronave (Airbus), industria electronică (Continental, Honeywell, Infineon). Se asigură astfel absolvenţilor o pregătire ştiinţifică şi tehnică moderne, de calitate şi competitive, care să le permită familiarizarea cu metode avansate de micro şi nanostructurare.

Obiectivul general al disciplinei cuprinde:

Prezentarea metodelor si mijloacelor de caracterizare microfizică a structurilor şi materialelor componente ale microsistemelor.

Se vor prezenta tehnici de analiză topografică, structurală şi compoziţională a structurilor cu dimensiuni în domeniul micro-nanometric.

Se va face o introducere în tehnicile de caracterizare optice, electrono-optice şi de raze X. Vor fi prezentate de asemenea metodele de structurare la scară micronică si nanometrică.

7. Competenţe *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoştinţe, aptitudini şi abilităţi personale, sociale şi/sau metodologice în situaţii de muncă sau de studiu şi pentru dezvoltarea profesională şi personală. Reflectă cerinţele angajatorilor.)*

Specifice	**Demonstrează că deţine cunoştinţe avansate ale** elementelor fundamentale referitoare la proprietăţile microfizice ale structurilor; Demonstrează capacitatea de configurare şi structurare la scară micro-nano prin utilizarea unor echipamente complexe; Corelează cunoştinţele referitoare la proprietăţile microfizice şi metodele de caracterizare a micro şi nanostructurilor; Argumentează şi analizează coerent şi corect metodele de măsurare a proprietăţilor microfizice ale structurilor; Comunicare orală şi în scris în limba română: utilizează vocabularul ştiinţific specific domeniului. Comunicare orală şi în scris într-o limbă străină (engleză): domonstrează înţelegerea vocabularului aferent domeniului.
Transversale (generale)	Adaptare la noile tehnologii, dezvoltare profesională şi personală prin formare continuă, folosind surse de documentare tipărite, software specializat şi resurse electronice în limba enegleză.

8. Rezultatele învăţării *(Sunt enunţuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învăţării reflectă realizările studentului şi mai puţin intenţiile profesorului. Rezultatele învăţării informează studenţii despre ceea ce se aşteaptă de la ei din punct de vedere al performanţei, pentru a obţine notele şi creditele dorite. Sunt definite în termeni concreţi, folosind verbe similare exemplelor de mai jos şi indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învăţării vor fi astfel redactate încât să fie evidenţiată clar relaţia faţă de competenţele definite la punctul 7.)*

Cunoştinţe	*Rezultatul asimilării de informaţii prin învăţare. Cunoştinţele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii şi practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice şi/sau faptice.* •Enumeră proprietăţi fizice ale microstructurilor •Defineşte caracteristicile structurilor •Descrie/clasifică tehnicile de caracterizare ale micro şi nanostructurilor •Evidenţiază particularităţile metodelor de caracterizare a micro şi nanostructurilor
Aptitudini	*Capacitatea de a aplica cunoştinţe şi de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini şi a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive şi creative) sau practice (implicând dexteritate manuală şi utilizarea de metode, materiale, unelte şi instrumente).* • Selectează şi grupează informaţii relevante despre nanostructuri Utilizează argumentat principii specifice ale metodelor de micro şi nanostructurare. Lucrează productiv în echipă pentru realizarea lucrărilor de laborator. Interpretează adecvat proprietăţile microfizice ale structurilor. Analizează şi compară valoarea metodele diferite de micro şi nanostructurare. Identifică soluţii şi metode de caracterizare a micro şi nanostructurilor. Formulează concluzii la experimentele realizate. Argumentează diferenţele dintre metodele de caracterizare a structurilor.
Responsabilitate şi autonomie	*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom şi responsabil cunoştinţele şi aptitudinile sale.* Selectează surse bibliografice potrivite şi le analizează. Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate. Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învăţare. Manifestă colaborare cu ceilalţi colegi şi cadre didactice în desfăşurarea activităţilor didactice Demonstrează autonomie în organizarea procesului/contextului de învăţare sau a situaţiei problemă de rezolvat Promovează/contribuie prin soluţii noi, aferente domeniului de specialitate. Conştientizează valoarea contribuţiei sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluţii viabile/sustenabile Aplică principii de etică

9. Metode de predare *(Se vor avea în vedere metode care să asigure predarea centrată pe student. Se va descrie modul în care se asigură participarea studenţilor la stabilirea propriului parcurs de învăţare, cum se identifică eventualele rămâneri în urmă şi ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

Pornindu-se de analiza caracteristicilor de învăţare ale studenţilor şi de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expozitive (prelegerea, expunerea), cât şi conversativ-interactive, bazate pe modele de învăţare prin descoperire facilitate de explorarea directa şi indirectă a realităţii (experimentul, demonstraţia, modelarea), dar şi pe metode bazate pe acţiune, precum exerciţiul, activităţile practice şi metoda problematizării.

În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări Power Point sau diferite pagini de Internet care vor fi puse la dispoziţia studenţilor. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noţiunilor parcurse la ultimul curs.

Prezentările utilizează imagini şi scheme, astfel încât informaţiile prezentate să fie uşor de înţeles şi asimilat.

Acestă disciplină acoperă informaţii şi activităţi practice menite să-i sprijine pe studenţi în eforturile de învăţare şi de dezvoltare a unor relaţii optime de colaborare şi comunicare într-un climat favorabil învăţării prin descoperire.

Se va avea în vedere exersarea abilităţilor de ascultare activă şi de comunicare asertivă, precum şi a mecanismelor de construcţie a feedback-ului, ca modalităţi de reglare comportamentală în situaţii diverse şi de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învăţare ale studenţilor.

Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învăţare.

Se va verifica atentia studentilor prin teste rapide (tip quizz) in timpul sau la finalul cursului la anumite cursuri.

10. Conţinuturi

CURS		
Capitolul	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	Capitolul 1. Introducere 1.1. Importanţa caracterizării microfizice în procesul de realizare a structurilor pentru microsisteme 1.2. Particularităţi ale fenomenelor fizice la scară submicronică	2
2	Capitolul 2. Metode optice de caracterizare fizică a microstructurilor 2.1. Microscopie optică (UV, vizibil, IR). Lucrul in lumină polarizată, fluorescentă, contrast de fază. 2.2 Microscopie confocală 2.3 Profilometrie optică (WLI) 2.4 Determinarea proprietăţilor optice ale microstructurilor prin SNOM	8
3	Capitolul 3. Metode de analiză structurală prin difracţie de raze X3.1 3.1. Principiile fizice ale difracţiei de raze X 3.2 Metode de difracţie de raze X 3.3 Difractrometre moderne: principii si construcţie	4

4	Capitolul 4. Tehnici de caracterizare cu fascicol de electroni 4.1 Utilizarea microscopiei electronice de baleiaj (SEM) in caracterizarea microstructurilor 4.2 Microscoape electronice cu emisie in camp (FEG-SEM) 4.3 Microscopie electronică de transmisie (TEM): principii si aplicaţii 4.4 Spectroscopie Auger (AEM) 4.5 Caracterizare prin efect electronovoltaic (EBIC) 4.6 Catodoluminiscenţă (CL)	8
5	Capitolul 5. Determinări compoziţionale prin metode spectrometrice in SEM 5.1 Analize compozitionale calitative si cantitative prin EDX 5.2 Analize compoziţionale calitative si cantitative prin WDX	2
6	Capitolul 6. Tehnici litografice de configurare a micro si nanostructurilor	4
	Total:	28

Bibliografie:

M.A. Dinescu, Curs Caracterizarea microfizica a micro şi nanostructurilor

Peter W. Hawkes, John C.H. Spence, **Science of Microscopy**, Springer, 2007

Daniel Courjon, **Near Field Microscopy and Near Field Optics,** Imperial College Press, 2003

Heinrich, K. F. J., D. E. Newbury **Electron Probe Quantitation**, Plenum Press, New York, 1991

W. B. Glendinning, J. N. Helbert, editors, **Handbook of VLSI Microlithography** (1991)

LABORATOR

Nr. crt.	Conţinutul	Nr. ore
1	1. Tehnici optice de caracterizare (1) - Microscopie optica - WLI	2
2	2. Tehnici optice de caracterizare (2) SNOM	2
3	3. Raze X Studiul difractometrului de raze X si utilizarea lui in vederea determinării de constante de reţea pentru diverse materiale	2
4	4. SEM Microscopie electronică de baleiaj	2
5	5. EDX Spectrometrie de raze X in prin utilizarea microscopului electronic de baleiaj – EDX	2
6	6. EBL - Litografie cu fascicol de electroni - Tehnici EBID si de transfer a configuraţiei in substrat (procese de corodare si lift-off	4
	Total:	14

Bibliografie:

M.A.Dinescu,Curs Caracterizarea microfizica a micro si nanostructurilor

Dieter K. Schroder, Semiconductor Material and Device Characterization, John Wiley & Sons, 2006

B.D. Cullity, S.R. Stock, Elements of X-Ray Diffraction, Prentice Hall, 2001

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Cunoştinţe de bazã privind metodele si mijloacele de caracterizare microfizica a structurilor si materialelor componente ale microsistemelor	Lucrare de verificare	30%
	Cunoaşterea noţiunilor teoretice privind fenomenele fizice la scară submicronică şi identificarea mijloacelor de bază privind metodele de caracterizare microfizică a structurilor şi materialelor componente ale microsistemelor	Examen	50%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Cunoştinţe de bazã privind metodele si mijloacele de caracterizare microfizica a structurilor si materialelor componente ale microsistemelor	Colocviu de laborator	20%
11.6 Condiţii de promovare			
• Obţinerea a 50% din punctajul total. • Obţinerea a 50% din punctajul aferent activităţii pe parcursul semestrului. • Respectarea regulamentului UNSTPB privind condiţiile de promovare.			

12. Coroborarea conţinutului disciplinei cu aşteptările reprezentanţilor angajatorilor şi asociaţiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum şi cu stadiul actual al cunoaşterii în domeniul ştiinţific abordat şi practicile în instituţii de învăţământ superior din Spaţiul European al Învăţământului Superior (SEÎS)

- Prin activitățile desfășurate, studenții dezvoltă abilități de a oferi soluții unor probleme și de a propune idei de îmbunătățire a situației existenței în domeniul micro și nanostructurării.

– În dezvoltarea conţinutului disciplinei s-au avut în vedere cunoştinţe, fenomene descrise de literatura de specialitate şi propriile cercetări publicate.

- Prin activităţi legate de prezentarea tehnologiilor principale din domeniul nanofabricaţiei şi caracterizarea microfizică a micro şi nanostructurilor se are în vedere dezvoltarea abilităţilor absolventului de a gestiona situaţii practice cu care se poate confrunta în viaţa reală în scopul creşterii contribuţiei acestuia la îmbunătăţirea mediului socio-economic.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicaţii
21.09.2026	Dr. Fiz. Miron Adrian Dinescu	

Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București

Facultatea de Electronică, Telecomunicații și

Tehnologia Informației

Data avizării în departament	Director de departament
22.09.2026	Prof. Dr. Claudius Dan
Data aprobării în Consiliul Facultății	Decan
22.09.2026	Prof. Dr. Mihnea Udrea