



FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
1.2 Facultatea	Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Dispozitive, Circuite și Arhitecturi Electronice
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
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 activităților de curs	Dr. ing. Miron Adrian Dinescu						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	Dr. ing. Miron Adrian Dinescu						
2.4 Anul de studiu	2	2.5 Semestrul	I	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 activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	Din care: 3.2 curs	2.00	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42.00	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	14
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					58
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					4
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	58.00				
3.8 Total ore pe semestru	100				
3.9 Numărul de credite	4				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

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

5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice (acolo unde este cazul)

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



5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Prezența la fiecare ședință de laborator care se face în cadrul Institutului Național de Cercetere-Dezvoltare pentru Microtehnologie - IMT-București (laboratoarele, fiind complexe, nu se repetă).
-----------------------------------	---

6. Obiectiv general *(Se referă la intențiile profesorilor pentru studenți, la ceea ce studenții vor fi învățați în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului științific abordat, precum și 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 învățământ al specializării studiate etc.)*

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

Obiectivul general al disciplinei cuprinde:

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

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

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

7. Competențe *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoștințe, aptitudini și abilități personale, sociale și/sau metodologice în situații de muncă sau de studiu și pentru dezvoltarea profesională și personală. Reflectă cerințele angajatorilor.)*

Specifice	Demonstrează că deține cunoștințe avansate ale elementelor fundamentale referitoare la proprietățile microfizice ale structurilor; Demonstrează capacitatea de configurare și structurare la scară micro-nano prin utilizarea unor echipamente complexe; Corelează cunoștințele referitoare la proprietățile microfizice și metodele de caracterizare a micro și nanostructurilor; Argumentează și analizează coerent și corect metodele de măsurare a proprietăților microfizice ale structurilor; Comunicare orală și în scris în limba română: utilizează vocabularul științific specific domeniului. Comunicare orală și în scris într-o limbă străină (engleză): demonstrează înțelegerea vocabularului aferent domeniului.
Transversale (generale)	Adaptare la noile tehnologii, dezvoltare profesională și personală prin formare continuă, folosind surse de documentare tipărite, software specializat și resurse electronice în limba engleză.



8. Rezultatele învățării (Sunt enunțuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învățării reflectă realizările studentului și mai puțin intențiile profesorului. Rezultatele învățării informează studenții despre ceea ce se așteaptă de la ei din punct de vedere al performanței, pentru a obține notele și creditele dorite. Sunt definite în termeni concreți, folosind verbe similare exemplurilor de mai jos și indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învățării vor fi astfel redactate încât să fie evidențiată clar relația față de competențele definite la punctul 7.)

Cunoștințe	<p>Rezultatul asimilării de informații prin învățare. Cunoștințele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii și practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice și/sau faptice.</p> <ul style="list-style-type: none">• Enumeră proprietăți fizice ale microstructurilor• Definește caracteristicile structurilor• Descrie/clasifică tehnicile de caracterizare ale micro și nanostructurilor• Evidențiază particularitățile metodelor de caracterizare a micro și nanostructurilor
Aptitudini	<p>Capacitatea de a aplica cunoștințe și de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini și a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive și creative) sau practice (implicând dexteritate manuală și utilizarea de metode, materiale, unelte și instrumente).</p> <ul style="list-style-type: none">• Selectează și grupează informații relevante despre nanostructuri• Utilizează argumentat principii specifice ale metodelor de micro și nanostructurare.• Lucrează productiv în echipă pentru realizarea lucrărilor de laborator.• Interpretează adecvat proprietățile microfizice ale structurilor.• Analizează și compară valoarea metodele diferite de micro și nanostructurare.• Identifică soluții și metode de caracterizare a micro și nanostructurilor.• Formulează concluzii la experimentele realizate.• Argumentează diferențele dintre metodele de caracterizare a structurilor.
Responsabilitate și autonomie	<p>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</p> <ul style="list-style-type: none">• Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează.• Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate.• Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare.• Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice• Demonstrează autonomie în organizarea procesului/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat• Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate.• Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții 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 studenților la stabilirea propriului parcurs de învățare, cum se identifică eventualele rămânări în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)



Pornindu-se de analiza caracteristicilor de învățare ale studenților și de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expositive (prelegerea, expunerea), cât și conversativ-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea directă și indirectă a realității (experimentul, demonstrația, modelarea), dar și pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul, activitățile practice și 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 dispoziția studenților. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs.

Prezentările utilizează imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat.

Acestă disciplină acoperă informații și activități practice menite să-i sprijine pe studenți în eforturile de învățare și de dezvoltare a unor relații optime de colaborare și comunicare într-un climat favorabil învățării prin descoperire.

Se va avea în vedere exersarea abilităților de ascultare activă și de comunicare asertivă, precum și a mecanismelor de construcție a feedback-ului, ca modalități de reglare comportamentală în situații diverse și de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învățare ale studenților.

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

Se va verifica atenția studenților prin teste rapide (tip quizz) în timpul sau la finalul cursului la anumite cursuri.

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Capitolul 1. Introducere 1.1. Importanța caracterizării microfizice în procesul de realizare a structurilor pentru micro sisteme 1.2. Particularități 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 în lumină polarizată, fluorescentă, contrast de fază. 2.2 Microscopie confocală 2.3 Profilometrie optică (WLI) 2.4 Determinarea proprietăților optice ale microstructurilor prin SNOM	8
3	Capitolul 3. Metode de analiză structurală prin difracție de raze X 3.1. Principiile fizice ale difracției de raze X 3.2 Metode de difracție de raze X 3.3 Difractometre moderne: principii și construcție	4



4	Capitolul 4. Tehnici de caracterizare cu fascicol de electroni 4.1 Utilizarea microscopiei electronice de baleiaj (SEM) in caracterizarea microstructurilor 4.2 Microscopie electronice cu emisie in camp (FEG-SEM) 4.3 Microscopie electronica de transmisie (TEM): principii si aplicatii 4.4 Spectroscopie Auger (AEM) 4.5 Caracterizare prin efect electronvoltaic (EBIC) 4.6 Catodoluminescenta (CL)	8
5	Capitolul 5. Determinari compozitionale prin metode spectrometrice in SEM 5.1 Analize compozitionale calitative si cantitative prin EDX 5.2 Analize compozitionale 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 și 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.	Conținutul	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 rețea pentru diverse materiale	2
4	4. SEM Microscopie electronica 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 configurației 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	Cunoștințe de bază privind metodele și mijloacele de caracterizare microfizică a structurilor și materialelor componente ale microsistemelor	Lucrare de verificare	30%
	Cunoașterea noțiunilor teoretice privind fenomenele fizice la scară submicronică și identificarea mijloacelor de bază privind metodele de caracterizare microfizică a structurilor și materialelor componente ale microsistemelor	Examen	50%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Cunoștințe de bază privind metodele și mijloacele de caracterizare microfizică a structurilor și materialelor componente ale microsistemelor	Colocviu de laborator	20%
11.6 Condiții de promovare			
<ul style="list-style-type: none">• Obținerea a 50% din punctajul total.• Obținerea a 50% din punctajul aferent activității pe parcursul semestrului.• Respectarea regulamentului UNSTPB privind condițiile de promovare.			

12. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților angajatorilor și asociațiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum și cu stadiul actual al cunoașterii în domeniul științific abordat și practicile în instituții de învățământ superior din Spațiul European al Învățământului Superior (SEİS)

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

– În dezvoltarea conținutului disciplinei s-au avut în vedere cunoștințe, fenomene descrise de literatura de specialitate și propriile cercetări publicate.

- Prin activități legate de prezentarea tehnologiilor principale din domeniul nanofabricației și caracterizarea microfizică a micro și nanostructurilor se are în vedere dezvoltarea abilităților absolventului de a gestiona situații practice cu care se poate confrunta în viața reală în scopul creșterii contribuției acestuia la îmbunătățirea mediului socio-economic.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

17.10.2024

Dr.ing. Miron Adrian DINESCU

Dr.ing. 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

31.10.2024

Prof. Dr. Claudiu DAN

Data aprobării în Consiliul Facultății Decan

01.11.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea