

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

Instituția de învățământ superior	Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava
Facultatea	Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor
Departamentul	Departamentul de Calculatoare, Electronica și Automatica
Domeniul de studii	Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii informaționale
Ciclul de studii	Licență
Programul de studii	Electronică Aplicată

2. Date despre disciplină

Denumirea disciplinei	NANOTEHNOLOGII ÎN ELECTRONICĂ				
Titularul activităților de curs	Conf. dr. Aurelian ROTARU				
Titularul activităților aplicative	Lector dr. Andrei DIACONU				
Anul de studiu	IV	Semestrul	7	Tipul de evaluare	C
Regimul disciplinei	Categorია formativă a disciplinei DF - fundamentală, DD - în domeniu, DS - de specialitate, DC - complementară				DS
	Categorია de opționalitate a disciplinei: DO - obligatorie (impusă), DA - opțională (la alegere), DL - facultativă (liber aleasă)				DO

3. Timpul total estimat (ore alocate activităților didactice)

I a) Număr de ore pe săptămână	3	Curs	2	Seminar		Laborator	1	Proiect	
I b) Totalul de ore pe semestru din planul de învățământ	42	Curs	28	Seminar		Laborator	14	Proiect	

II Distribuția fondului de timp pe semestru:	ore
II a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe	16
II b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren	7
II c) Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri	7
II d) Tutoriat	
III Examinări	3
IV Alte activități:	

Total ore studiu individual II (a+b+c+d)	30
Total ore pe semestru (I+II+III+IV)	75
Numărul de credite	3

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

Curriculum	
Competențe	

5. Condiții (acolo unde este cazul)

Desfășurare a cursului	• Tabla de scris, PC, videoproiector și standuri experimentale
Desfășurare aplicații	Laborator • calculator portabil, rețea de calculatoare, mediul de dezvoltare NET, spectrofotometru UV-Vis, microscop cu forta atomica/forta magnetica (AFM/MFM), microscop cu efect tunel (STM).

6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> • C1. Utilizarea elementelor fundamentale referitoare la dispozitivele, circuitele, sistemele, instrumentația și tehnologia electronică. • C6. Rezolvarea problemelor tehnologice din domeniile electronicii aplicate
Competențe transversale	

7. **Obiectivele disciplinei** (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

<p>Obiectivul general al disciplinei</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Asimilarea cunoștințelor de către studenți legate de domeniul nanoelectronicii și nanotehnologiilor, cunoașterea proprietăților fizice și a efectelor care apar în sistemele cu dimensiuni nanometrice. • Formarea deprinderilor necesare înțelegerii și aplicării unor metode și tehnici de fabricare a sistemelor cu dimensiuni nanometrice. • Formarea deprinderilor necesare înțelegerii și aplicării unor metode și tehnici de caracterizare ale sistemelor cu dimensiuni nanometrice. • Scoaterea în evidență a stadiului actual al cercetării în domeniul nanoelectronicii și al nanotehnologiilor, cât și a potențialelor aplicații în ingineria tehnologică modernă.
<p>Obiective specifice</p>	<p>a) Cunoaștere și înțelegere</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definierea conceptelor de bază, utilizarea corectă a termenilor de specialitate - Cunoașterea necesității și utilității învățării nanoelectronicii, a efectelor de joasă dimensionalitate care apar odată cu scăderea în dimensiune a sistemelor fizice. - Cunoașterea condițiilor în care pot fi aplicate diferite principii și legi fizice în studiul dispozitivelor folosite în nanoelectronica. - Cunoașterea constrângerilor impuse prin scăderea în dimensiune a dispozitivelor electronice. - Dobândirea de cunoștințe asupra metodelor de elaborare a nanostructurilor folosite în nanoelectronica. - Dobândirea de cunoștințe asupra tehnicilor de caracterizare a dispozitivelor cu dimensiuni nanometrice. <p>Dezvoltarea capacităților de evaluare / autoevaluare având la bază înțelegerea profundă a fenomenelor care au loc în sisteme cu dimensiuni nanometrice.</p> <p>b) Explicare și interpretare</p> <ul style="list-style-type: none"> - explicarea și interpretarea unor idei, precum și a conținuturilor teoretice și practice specifice disciplinei nanoelectronica. Realizarea de conexiuni între rezultatele cunoașterii și argumentarea enunțurilor. - interpretarea raportului dintre instruire-educare-actiune-practică prin analiza transdisciplinară a diverselor concepte, modele teoretice, idei examinate în cadrul altor cursuri. - explicarea și interpretarea relației dintre structurile cognitive și operationale, asociate cu formarea competențelor specifice profesiei. - Explicarea avantajelor și dezavantajelor diferitelor moduri de operaționalizare și înregistrare a datelor cercetării, de interpretare și prelucrare a acestora, punând apărea deseori diferențieri între aspectele teoretice și cele reliefate în experiențele efectuate. <p>2. Tehnice / profesionale</p> <ul style="list-style-type: none"> • rezolvarea de probleme prin modelare, etc.; • descrierea unor stări, procese, fenomene; • capacitatea de a transpune în practică informațiile dobândite; • abilități de cercetare, creativitate; • capacitatea de a concepe proiecte și a le implementa; • capacitatea de a soluționa probleme; <p>3. Instrumental – aplicative</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proiectarea unui design de cercetare (implementarea variabilelor manipulate, stabilirea parametrilor înregistrați ai variabilei dependente, etc). - Elaborarea unei baze de date potrivită designului de cercetare utilizat în cadrul laboratorului. - Derularea prelucrărilor statistice ținând cont de: caracteristicile designului cercetării, tipul de scală de măsurare utilizată, numărul variabilelor implicate (independente și dependente). <p>4. Atitudinale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacitatea de a aprecia diversitatea și multiculturalitatea. - Abilitatea de a colabora cu specialiști din același domeniu sau din domenii conexe. - Manifestarea interesului față de cercetare în cadrul unui proiect, lucrare.

	<p>- Promovarea rigorii științifice atât față de colectarea și prelucrarea datelor cercetării dar și față de corectitudinea aplicării legilor și principiilor fizice.</p> <p>- Promovarea utilizării programelor de calculator în cercetarea și prelucrarea statistică și în cercetarea empirică.</p>
--	---

8. Conținuturi

Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. Mecanică Cuantică. Noțiuni fundamentale.	4h	Expunere, Prelegere, Conversație.	
2. Fenomene de transport. Introducere. (Teoria benzilor de energie în solide. Masa efectivă. Transport electronic în nanostructuri. Densitatea de stări a electronilor în nanostructuri. Conducție electronică prin efect tunel)	6h	Expunere, Prelegere, Conversație.	
3. Materiale folosite în nanoelectronică. Introducere. (Semiconductori. Heterostructuri semiconductoare. Semiconductori organici. Nanostructuri magnetice. Nanostructuri din carbon: Nanotuburi, grafen și fulerenă. Materiale moleculare cu tranziție de spin.)	4h	Expunere, Prelegere, Conversație.	
4. Metode de nanostructurare. (Creșterea cristalelor și a heterostructurilor. Tehnici de depunere a straturilor subțiri. Nanolitografie. Metode de creștere a nanotuburilor/nanofirelor.)	2h	Expunere, Prelegere, Conversație.	
5. Tehnici de caracterizare la scară nanometrică. (Microscopie electronică (SEM/TEM). Microscopie cu Forță atomică și cu forță magnetică (AFM/MFM). Microscopie cu efect tunel (STM).)	3h	Expunere, Prelegere, Conversație.	
6. Metode de nanomanipulare. (STM. Dielectroforeză)	1h	Expunere, Prelegere, Conversație.	
7. Spintronică. Aplicații.	2h	Expunere, Prelegere, Conversație.	
8. Dispozitive nanoelectronice. (Introducere. MEMs. Tranzistori cu efect de câmp. Dispozitive de tip „single electron-transfer”. Quantum dots. Nanocondensatori. Nanocomutatori. Dispozitive organice pe bază de straturi subțiri. Nanosenzori.)	6h	Expunere, Prelegere, Conversație.	

Bibliografie

- [1] <http://moodle.usv.ro/course/category.php?id=4> (Suport Curs INE)
- [2] A. Korkin and F. Rosei (Eds.), *Nanoelectronics and Photonics. From Atoms to Materials, Devices, and Architectures*. Springer Science+Business Media, LLC., **2008**.
- [3] K. Iniewski, *Nanoelectronics. Nanowires, Molecular Electronics, and Nanodevices*. (The McGraw-Hill Companies, Inc., **2011**).
- [4] K. D. Sattler, *Handbook of Nanophysics. Nanoelectronics and Nanophotonics.*, Taylor and Francis Group, LLC, **2011**.
- [5] D. Vasileska and S. M. Goodnick, *Nano-Electronic Devices. Semiclassical and Quantum Transport Modeling.*, Springer Science+Business Media, LLC, **2011**.
- [6] W. R. Fahrner, *Nanotechnology and Nanoelectronics Materials, Devices, Measurement Techniques.*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg., **2005**.
- [7] C. Binns, *Introduction to Nanoscience and nanotechnology.*, John Wiley & Sons, Inc., **2011**.
- [8] G. P. Wiederrecht, *Handbook of Nanofabrication.*, Elsevier, **2010**.
- [8] A. Messiah, *Mecanică cuantică*, Editura Științifică, București, **1973**.

Bibliografie minimală

- [1] <http://moodle.usv.ro/course/category.php?id=4> (Suport Curs Introducere in nanoelectronică, #actualizat in fiecare an)
- [2] K. D. Sattler, *Handbook of Nanophysics. Nanoelectronics and Nanophotonics.*, Taylor and Francis Group, LLC, **2011**.
- [3] K. Iniewski, *Nanoelectronics. Nanowires, Molecular Electronics, and Nanodevices*. (The McGraw-Hill Companies,

Inc., 2011).

[4] A. Messiah, *Mecanică cuantică*, Editura Științifică, București, 1973.

Laborator	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. Protecția muncii și PSI specifice laboratorului de fizică. Introducere în tematica laboratorului.	2h	Experiment, Conversație.	
2. Determinarea benzii interzise a unui semiconductor.	2h	Experiment, Conversație.	
3. Determinarea caracteristicilor electro-optice ale unui LED.	2h	Experiment, Conversație.	
4. Analiza topografică și morfologică a unui material nanostructurat prin microscopie cu forță atomică (AFM)..	2h	Experiment, Conversație.	
5. Determinarea constantei dielectrice complexe a unui material dielectric. Determinarea energiei de activare termică a conductivității electrice.	2h	Experiment, Conversație.	
6. Analiza unor nanostructuri prin imaginerie electronică.	2h	Experiment, Conversație.	
7. Test	2h		
Bibliografie			
[1] http://moodle.usv.ro/course/category.php?id=4 (Suport Curs Introducere în nanoelectronică)			
Bibliografie minimală			
[1] http://moodle.usv.ro/course/category.php?id=4 (Suport Curs Introducere în nanoelectronică)			

9. **Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului**

- Conținutul cursului este similar în proporție de 75% cu cel predat în universitățile: Universitățile MIT, Stanford, Purdue, ENS Lyon, Universitatea Catolică din Louvain, Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, Universitatea Politehnică din București.

10. **Evaluare**

Tip activitate	Criterii de evaluare	Metode de evaluare	Pondere din nota finală
Curs	Standarde minime pentru a obține nota 10: - capacitatea de utilizare și interpretare corectă a 90% din cantitatea de informație, acumulată pe parcursul unui semestru, referitoare la: explicarea anumitor postulate, legi, ipoteze, ce guvernează nanofizica, explicarea metodelor de caracterizare și a principiilor de funcționare ale dispozitivelor folosite în nanoelectronică. Se va urmări și eventualele elemente de noutate aduse de către student, prezentarea unor exemple care să facă legătura cu natura, realitatea. - parcurgerea bibliografiei;	Evaluare prin probă finală orală/scrisă	60%
Laborator	Standarde minime pentru nota 10: - stăpânirea corectă a tehnicilor de lucru cu aparatele și instrumentele, capacitatea de a reține și exprima corect teoria referitoare la explicarea structurii macroscopice și microscopice a substanței precum și prelucrarea perfectă a datelor. - parcurgerea bibliografiei.	Test + aplicație practică La fiecare laborator studenții primesc o notă pentru activitatea la laborator în timpul semestrului și pentru dosarul cu lucrările de laborator. Astfel rezultă o medie pentru laborator.	40%
Standard minim de performanță			
- stăpânirea tehnicilor de lucru cu aparatele și instrumentele auxiliare din laborator, - capacitatea de a comunica și de a utiliza noțiunilor de bază, precum și întocmirea referatului cu prelucrarea datelor experimentale să fie satisfăcătoare spre bine. - capacitatea de utilizare, prezentare și sintetizare într-un procent de 45% din cantitatea de informație, a sensului și interpretării fizice a unei formule matematice, interpretarea și explicarea anumitor postulate, legi, ipoteze, structuri interne ale materiei etc., care au contribuit fiecare la înțelegerea și explicarea proprietăților microscopice și nanoscopice ale dispozitivelor folosite în nanoelectronică și se va lua mai puțin în considerație eventualele greșeli punctuale care sunt făcute pe parcursul unei demonstrații-explicații, dacă totuși demersul, formula, postulatul sau legea sunt scrise și			

explicate corect.

Data completării	Semnătura titularului de curs	Semnătura titularului de aplicație
23.09.2020		

Data avizării în departament	Semnătura directorului de departament
25.09.2020	

Data aprobării în consiliul facultății	Semnătura decanului
01.10.2020	