

DISPOZITIVE NANO ELECTRONICE (S.02.A.011)

1. Date despre unitatea de curs/modul

Facultatea	Calculatoare, Informatică și Microelectronică				
Catedra/departamentul	Microelectronica și Ingineria Biomedicală				
Ciclul de studii	Studii superioare de master, ciclul II				
Programul de studiu	Ingineria Biomedicală				
Anul de studiu	Semestrul	Tip de evaluare	Categoria formativă	Categoria de opționalitate	Credite ECTS
I (învățământ cu frecvență);	2	E	S – unitate de curs de specialitate	O - unitate de curs obligatorie	4

2. Timpul total estimat

Total ore în planul de învățământ	Din care				
	Ore auditoriale			Lucrul individual	
	Curs	Seminar	Proiect de cercetare	Studiul materialului teoretic	Pregătire aplicații
120	20	10	10	80	+

3. Precondiții de acces la unitatea de curs/modul

Conform planului de învățământ	Fizica dispozitivelor, tehnologii, nanodispozitive electronice, senzori
Conform competențelor	Tehnologia și fizica funcționării dispozitivelor nanoelectronice

4. Condiții de desfășurare a procesului educațional pentru

Curs	Auditoriu echipat cu: calculator, proiector, tabla interactivă. Acces Internet. Curs compendiu în formă electronică. Manuale, cărți în domeniu ce pot fi accesate în biblioteci și Internet. Reviste științifice de profil.
Seminar	Dotare cu: calculator, proiector, laborator științific echipat cu instalații performante în domeniul nanotehnologiilor. Vor pregăti o lucrare individuală de cercetare pe subiecte din domeniu propuse de cadrul didactic.

5. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>C1. Utilizarea elementelor fundamentale referitoare la dispozitivele, circuitele, sistemele, instrumentația și tehnologia electronică; C1.1 Descrierea funcționării dispozitivelor nanoelectronice și a metodelor fundamentale de caracterizare.</p> <p>C5 Modelarea și procesarea dispozitivelor și circuitelor integrate utilizând tehnologii moderne micro și nanoelectronice. C5.1 Tehnologii de elaborare și procesare a nanomaterialelor. C5.3 Utilizarea unor modele de dispozitiv și proces tehnologic pentru aplicație ca senzor de gaze și radiație electromagnetică.</p> <p>C6 Proiectarea, simularea și testarea de dispozitive, circuite și sisteme optoelectronice cu instrumente software și tehnologii moderne C6.1 Elaborarea și proiectarea dispozitivelor în baza nanomaterialelor semiconductoare. C6.2 Explicarea construcției și funcționării dispozitivelor la scară nanometrică. C6.4 Metode de caracterizare a dispozitivelor nanoelectronice.</p>
Competențe transversale	CT1. Aplicarea, în contextul respectării legislației, a drepturilor de proprietate intelectuală (inclusiv transfer tehnologic), a metodologiei de certificare a produselor, a principiilor,

	<p>normelor și valorilor codului de etică profesională.</p> <p>CT2. Identificarea rolurilor și responsabilităților într-o echipă și aplicarea de tehnici de relaționare și muncă eficientă în cadrul echipei.</p> <p>CT3. Identificarea oportunităților de formare continuă proprie și valorificarea eficientă a resurselor și tehnicilor de învățare moderne, prin internet, pentru propria dezvoltare.</p>
--	--

6. Obiectivele unității de curs/modulului

Obiectivul general	Oferirea unui set coerent de cursuri în concordanță cu starea actuală de dezvoltare a domeniului de nanoelectronică în vederea creșterii capacității de cercetare, inovare și transfer tehnologic. Programul de master oferă cunoștințele necesare privind (1) modul de funcționare a dispozitivelor micro și nanoelectronice; (2) procesele tehnologice avansate pentru dispozitive electronice la scară nanometrică; (3) proiectarea și testarea lor.
Obiectivele specifice	<p>Acumularea cunoștințelor privind tehnologiile moderne de nanostructurare a materialelor precum și elaborarea lor.</p> <p>Dezvoltarea tehnologiilor și realizarea cercetării, măsurarea parametrilor și caracteristicilor dispozitivelor nanoelectronice, analiza rezultatelor.</p> <p>Studiile sunt strâns legate de cercetarea actuală din domeniul relevant.</p>

7. Conținutul unității de curs/modulului

Tematica prelegerilor	învățământ cu frecvență, ore
T1. Obiecte uni-dimensionale (nanofire, nanotuburi, nanotuburile de carbon) pentru nanoelectronică. Aplicații.	1
T2. Metode de sinteză a nanomaterialelor: depunerea electrochimică, depunerea chimică, chemical vapor deposition, atomic layer deposition, nanoimprint lithography, etc.	1
T3. Proprietățile optice ale nanomaterialelor. Aplicațiile nanostructurilor poroase.	1
T4. Nanotemplate cu rezistență înaltă și nanotemplate semiconductoare. Proprietăți. Avantaje, neajunsuri. Tehnologii electrochimice de nanostructurare a materialelor.	1
T5. Proprietăți electrice și fotoelectrice a nanomaterialelor (temperaturi scăzute). Efecte cuantice și Blocada Coulumb în nanodispozitive. Transportul sarcinilor în semiconductori, Poisson și ecuația de continuitate, drift / difuzie, curentul de tunel.	2
T6. Dispozitiv cu capacitate variabilă (varactor) în baza nanostructurilor poroase. Principiul de construcție și funcționare. Avantaje, neajunsuri.	1
T7. Tranzistor cu un singur electron. Principiul de construcție și funcționare. Avantaje, neajunsuri.	2
T8. Tranzistoare Spintronice. Principiul de construcție și funcționare. Aplicații.	2
T9. Dote cuantice. Aplicații. Dispozitive de memorie cu nanodote. Avantaje.	1
T10. Nanodispozitive avansate. Metamateriale. Lentile integrate.	2
T11. Nanotuburi de TiO ₂ ghidate de lumina UV. Aplicații în fonică și biomedicină.	2
T12. Ferro-Electric Field Effect Transistor (FeFET). Tranzistori moleculari. Senzori în baza unei molecule.	2
T13. Perspective de implementare a nanotehnologiilor și nanomaterialelor în	2

Republica Moldova. Nanodispozitive electronice.	
Total prelegeri:	20

Tematica seminarului

Tematica activităților	învățământ cu frecvență, ore
T1. Nanostructurarea electrochimică a materialelor semiconductoare.	2
T2. Tehnici și echipament de caracterizare a nanomaterialelor: microscopul electronic cu baleiaj SEM, studiul compoziției chimice EDX.	2
T3. Tehnici și echipament de caracterizare a materialelor și dispozitivelor la scară nanometrică: microscopia de forță atomică (AFM), microscopia Raman și FTIR, fotoluminescența.	2
T4. Litografia cu sarcină de suprafață. Nitrura de Galiu.	2
T5. Transferul nanomaterialelor pe suport. Contactarea nanomaterialelor.	2
Total	10
Lucrare individuală de cercetare (selectată din lista prezentată de cadrul didactic)	10
<i>Seminarele se petrec în laboratoarele Centrului Național de Studiu și Testare a Materialelor din cadrul UTM care sunt echipate cu echipament modern de nanostructurare, elaborare a nanodispozitivelor precum și caracterizarea lor.</i> http://ncmst.utm.md/index.php/laboratories	

8. Referințe bibliografice

1. Nanoelectronic Devices. Byung-Gook Park, Sung Woo Hwang, Young June Park. CRC Press, 2012
2. Nano-electronic devices: semiclassical and quantum transport modeling. Dragica Vasileska; Stephen M Goodnick, New York : Springer, 2011.
3. Hussain M. Advanced Nanoelectronics: Post-Silicon Materials and Devices. Muhammad Mustafa Hussain (Ed.). Wiley-VCH Verlag GmbH , ISBN: 978-3-527-81185-4 , 2018
4. Nanoelectronics Devices, Circuits and Systems. Brajesh Kumar Kaushik (Editor). Elsevier. ISBN: 9780128133545, 2018
5. Nanolithography: The art of fabricating nanoelectronic and nanophotonic devices and systems. Martin Feldman. Woodhead Publishing, 2014
6. Nanoelectronics and Photonics: From Atoms to Materials, Devices, and Architectures. Korin A., Rosei F. (Eds.). ISBN 978-0-387-76499-3, 2008
7. Introduction to Nanoelectronics. Science, Nanotechnology, Engineering, and Applications. Motin V.V., Kochelap V.A., Stroschio M.A. ISBN-13: 978-0521881722, 2007
8. Oxford Handbook of Nanoscience and Technology. Volume 2: Materials: Structures, Properties and Characterization Techniques. A.V. Narlikar and Y.Y. Fu. ISBN: 9780199533053, 2010
9. Nanoelectronic Device Applications Handbook. James E. Morris, Krzysztof Iniewski. CRC Press. ISBN 9781138072596, 2017
10. Publicații electronice recente în domeniul nanodispozitivelor
http://ncmst.utm.md/images/stories/Publications/publications_ncmst.pdf

9. Evaluare

Curentă		Proiect de an	Examen final
Evaluarea I	Evaluarea II /Lucrarea individuala		
30 %	30 %	-	40%
Standard minim de performanță			
Prezența și activitatea la prelegeri și seminare; Obținerea notei minime de „5” la fiecare dintre evaluări și seminar; Demonstrarea în lucrarea de examinare finală a cunoașterii materialului.			