	<b>CURRICULUM AL DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>CD/M-8.1</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	1/20

**FACULTATEA CALCULATOARE, INFORMATICĂ, MICROELECTRONICĂ  
DEPARTAMENTUL MICROELECTRONICĂ ȘI INGINERIE BIOMEDICALĂ**

**APROBAT**  
la ședința Departamentului MIB  
nr. \_\_\_ din \_\_\_\_\_  
Șef Departament  
Oleg LUPAN  
prof. univ., dr. habilitat

**APROBAT**  
la ședința Consiliului Facultății CIM  
nr. \_\_\_ din \_\_\_\_\_  
Președintele Consiliului FCIM  
Dumitru CIORBĂ  
conf. univ., dr.

**Program de studii: 714.9** Inginerie biomedicală

**Cod, Denumirea disciplinei:** S.O.001 Dispozitive micro optoelectronice

**Beneficiari:** Studenții anului II, învățământ cu frecvență


**Ciclul de învățământ:** Studii superioare de licență, ciclul I

**Numărul de credite ECTS:** 4 (60 ore în auditoriu și 60 ore de activități individuale ale studentului, 1 credit = 15 ore de activități în auditoriu și 15 ore de activități individuale ale studentului)

**Titularul disciplinei:** prof. univ., dr.hab. Buzdugan Artur

\_\_\_\_\_  
semnătura titularului


**Litra Dumitru**

	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>CD/M-8.1</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	4/20

Informații despre aprobare și organizare modul (*se completează de responsabilul programului de studii*)

<b>Componentă modul</b>	<b>Departament responsabil</b>	<b>Referințe de aprobare (proces-verbal, data)</b>

<b>Componentă modul</b>	<b>Credite aferente</b>	<b>Distribuire pe componente formative (curs, l. lab, sem)</b>

	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>CD/M-8.1</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	4/20

## I.PRELIMINARII

Microelectronică este ramura electronicii, care se ocupă de crearea subansamblelor și blocurilor pe baza de micro-optocircuite integrate și a elementelor de construcție auxiliare miniaturale. Apărută în deceniul 7 al sec. 20, s-a dezvoltat în direcția miniaturizării (în prezent la scara de nanodimensiuni) elementelor circuitelor integrate și a măririi gradului de integrare. Se mai numește electronică integrată. La începutul acestui mileniu dimensiunile minime ale traseelor dispozitivelor logice pe siliciu au putut fi reduse la valori de sub 100 nm. Tranziția de la perioada microelectronicii la perioada nanoelectronicii deschide drumul spre noi capacități fără precedent în acest domeniu. Miniaturizarea la scara nano- a dispozitivelor micro-optoelectronice conferă acestora:

- proprietăți îmbunătățite (viteza de comutare, număr mai mare de conexiuni și posibilitatea integrării într-un singur cip a circa 900 milioane de tranzistoare;
- funcționalități noi – cipurile se pot integra cu senzori tactili, de presiune sau alte mărimi fizice și sisteme, inclusiv de natură biologică, transmisie/recepție pentru comunicații;
- noi proprietăți.

*Înrudiri tematiche/ suprapuneri ale microelectronicii și optoelectronicii.* Este extrem de complicat în prezent să identifiți domeniile ale industriei sau activității în viața cotidiană ce nu au relații directe sau tangente cu produse micro-optoelectronice. Totuși, o să nominalizăm cele mai valoroase (fără a prejudicia volens-nolens alte domenii): nanomaterialele, nanofotonica, biofizica, biomedicina, bionica, ecologia, etc.

*Necesitate și oportunitate.* Micro(opto)electronica este cel mai dezvoltat domeniu al științei materialelor, care reprezintă o piață pe mapamond de cel puțin 300 miliarde dolari anual. Există clustere, centre și grupuri de cercetare (Institutul Fizică Aplicată, Institutul Inginerie Electronică și Nanotehnologii, centre și grupuri de cercetare din Universitatea Tehnică, Universitatea de Stat, Universitatea de Stat de Farmacie și Medicină, Universitatea Pedagogică din Bălți ș.a.), firme în Republica Moldova, care au ca principal domeniu de activitate micro și optoelectronica sau mari utilizatori ai micro-optoelectronicii (Compania Orange, Moldcell, centre medicale, dar și aparataj, echipamente de uz casnic, etc.). Există deci toate premisele susținerii ingineriei electronice pentru dezvoltarea, managementul echipamentelor cu componente micro-nanoelectronice în Republica Moldova cu beneficii economice dificil de subapreciat.


*Cerințe sociale și științifice.* facultăți foarte bine cotate pe piața pregătirii și perfecționării resurselor umane ingineresti, programe de master și doctorat specializate în domeniu, investiții sistematice în cercetare, costuri de întreținere și upgrading a infrastructurilor cu un înalt grad de înnoire, locuri de muncă de înaltă calificare în industria high-tech.

Din cele relatate conchidem existența unor piețe enorme și perspective în domeniul ingineriei micro(nano)electronicii, ingineriei biomedicale, bionicii în Republica Moldova, cum ar fi: telecomunicațiile, comunicațiile radio, piața auto, calculatoarelor, transporturilor și aeronauticii, medicinei și cercetării polivalente și interdisciplinare. Dar, acest domeniu este indispensabil măsurărilor electronice propriu-zise.

*Beneficii / impact estimat al unității de curs Dispozitive Microoptoelectronice.* Având în vedere că acest curs este unul de bază pentru multiple specialitățile ingineresti, continuarea și perfecționarea lui va contribui esențial la :

- dezvoltarea noilor locuri de muncă în ramurile high-tech și cercetare, în biomedicină, bionică;
- crearea unei industrii de microoptoelectronică în Republica Moldova produse noi autohtone, cu grad înalt de inovare, cu capacitate de export și beneficii financiare considerabile în perspectiva apropiată;
- contracararea exodului din țară a specialiștilor înalt calificați;

*Scopul principal al cursului* „Dispozitive microoptoelectronice- ca disciplină didactică reprezintă oglindirea procedeelor progresiste existente și de perspectivă de formare profesională prin ciclul de licență al

	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>CD/M-8.1</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	4/20

programului de studii la specialitatea “Ingineria Biomedicală” cu realizarea unor competențe generale structurate pe trei dimensiuni: **cognitive, aplicative și sociale** (de comunicare și relaționare).

Ca obiective generale ne propunem

- orientarea activităților instituționale către performanță și calitate;
- perfecționarea cunoștințelor și deprinderilor practice ale absolvenților, cultivarea abilităților și atitudinilor de a combina și transfera inovativ cunoștințele în situații și medii diferite, care să asigure validarea lor profesională pe piața muncii;
- promovarea unui mediu competitiv de cercetare și inovare în științe și tehnologii biomedicale, cu relevanță pe plan național și internațional.

Aceste competențe pot fi atinse prin realizarea obiectivelor specifice pregătirii în domeniul ingineriei electronice:

- accentuarea dimensiunii practice a pregătirii profesionale prin metode inovative de tip simulări, stagii de practică de tip internship, workshopuri cu specialiști din domeniu;
- stimularea și cultivarea spiritului creativ al studenților, al interesului pentru urmărirea și asimilarea a tot ce este nou și valoros în domeniul pentru care se pregătesc;
- dezvoltarea capacității și disponibilității studenților de a se integra în echipe multidisciplinare și asumarea de responsabilități specifice în domeniul bioingineriei;
- orientarea studenților atât spre dezvoltarea capacității de a studia individual, de a se autoevalua și perfecționa cât și în identificarea și valorificarea oportunităților de asimilare de noi cunoștințe în domeniu;
- dezvoltarea de proiecte de cercetare cu impact pozitiv asupra cercetării științifice din domeniul bioingineriei și asupra practicilor din domeniu;
- antrenarea studenților în activitățile de cercetare științifică pentru dobândirea de abilități de cercetare independentă și a capacității de a aplica rezultatele cercetării în situații specific mediului instituțional

Unitatea de curs „Dispozitive microoptoelectronice este inclusă în categoria unităților de curs pentru studenții anului II de la specialitățile Ingineria Biomedicală, dar poate servi ca baza cursului și pentru alte specialități din domeniile ingineriei: electrice, electronicii și telecomunicațiilor, sistemelor și calculatoarelor, mediului, ș.a. Consolidarea materialului teoretic și obținerea abilităților practice este asigurat prin complementarea cu lucrări practice și de laborator, precum și a proiectelor de licență.

Sarcina de bază a cursului este pregătirea specialiștilor cognitivi de calificare înaltă în domeniul ingineriei clinice, biomedicale.

## II. PRECONDIȚII DE ACCES LA DISCIPLINĂ/MODUL:

Pentru a atinge obiectivele cursului studenții trebuie să posede cunoștințe de bază ale unor procese fizice ce decurg în materiale semiconductoare în dependență de structura contactelor, nivelul de dopare și polarizarea aplicată. Aceste competențe sunt formate prin studiul anterior al unităților de curs, prevăzute de planul de învățământ, cum ar fi: fizica, electrotehnica, matematica superioară, măsurări electronice, circuite și dispozitive electronice, etc.

## III. COMPETENȚELE CARE URMEAZĂ A FI DEZVOLTATE

Disciplina/modulul prevede formarea următoarelor competențe profesionale și transversale:

*Competențe profesionale:*

 <small>UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI</small>	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>			<b>Cod:</b>	<b>CD/M-8.1</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>			<b>Pagina</b>	4/20

C1. Utilizarea adecvată a fundamentelor teoretice ale științelor ingineresti aplicate;

C1.1 Identificarea conceptelor de bază proprii științelor ingineresti aplicate.

C1.2 Explicarea structurii și funcționării componentelor diferitelor tipuri de echipamente utilizând teorii și instrumente specifice (scheme, modelări, etc.).

*După parcurgerea disciplinei studenții vor fi capabili:*

C1.5 Implementarea de aplicații în practica folosind fundamente teoretice ale științelor ingineresti aplicate.

C4. Conceperea, proiectarea, execuția și mentenanța componentelor sau sistemelor bioingineresti

C4.1 Descrierea structurii și funcționării componentelor sau sistemelor bioingineresti.

C4.2 Explicarea rolului și a interacțiunii dintre componentele unui sistem bioingineresc.

C4.5 Transpunerea soluțiilor adoptate în proiectarea, execuția și mentenanța sistemelor bioingineresti.

C5. Utilizarea sistemelor bioingineresti în condiții de etică și securitate în muncă.

C5.2 Explicarea, interpretarea și exemplificarea principalelor probleme referitoare la fiabilitatea și calitatea sistemelor bioingineresti.

C6. Conceperea și coordonarea de experimente în domeniul bioingineriei.

C6.3 Conceperea experimentelor în domeniul bioingineriei prin aplicarea principiilor și metodelor specifice bioingineriei.

C6.5 Realizarea unui experiment, analiza și interpretarea datelor obținute, în domeniul bioingineriei.

*Competențe transversale:*

CT1. Aplicarea, în contextul respectării legislației, a drepturilor de proprietate intelectuală (inclusiv transfer tehnologic), principiilor, normelor și valorilor codului de etică profesională în cadrul propriei strategii de muncă riguroasă, eficientă și responsabilă;

CT2. Identificarea rolurilor și responsabilităților într-o echipă și aplicarea de tehnici de relaționare și muncă eficientă în cadrul echipei;

CT3. Identificarea oportunităților de formare continuă și valorificarea eficientă a resurselor și tehnicilor de învățare pentru propria dezvoltare;

#### IV. ADMINISTRAREA DISCIPLINEI/MODULULUI

Cod	Anul	Semestrul	Numărul de ore						Credite
			Curs	Seminar	Lucrări de laborator	Lucrări practice	Proiectare	Lucrul individual	
<b>S.O.001</b>	Învățământ cu frecvență								
	II	IV	30	-	15	15	-	60	4

 UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>CD/M-8.1</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	5/18

### V. REZULTATELE ÎNVĂȚĂRII, CONȚINUTURI ȘI METODE DIDACTICE APLICATE

Rezultatele învățării. Studentul trebuie:	Conținuturi		Metode de predare	Realizarea în timp (ore)					
	Curs	Seminare/ Lucrări de laborator		învățământ cu frecvență			învățământ cu frecvență redusă		
				curs	sem	pr/ lab	curs	sem	pr/ lab
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<p>În rezultatul însușirii temei studentul trebuie:</p> <p>să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obiectivele și scopul disciplinei;</li> <li>• Criteriile de clasificare a SC;</li> <li>• Istoria microoptoelectronicii.</li> </ul> <p>să fie capabil:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Să aplice algoritmul de analiză a literaturii de profil;</li> <li>• Să prezinte soluții de rezolvare a problemelor</li> </ul>	<p>Tema 1. Introducere în micro-optoelectronică. Noțiuni din fizica corpului solid și cristalofizică.</p> <p>Clasificarea SC, DE</p>	<p>LP1 Rezolvarea problemelor la subiectele T1, T2</p> <p>LL1. Introducere în tehnica securității muncii și securitatea electrică la efectuarea lucrărilor de laborator. Ridicarea caracteristicilor TEC</p>	<p>Pentru prelegere: expunerea în PPT, conversația</p> <p>Pentru lucrare de laborator: învățarea prin asamblarea lucrării/ măsurări experimentale, prelucrarea datelor, susținerea lucrării</p> <p>Pentru lucrări practice Rezolvarea problemelor la tablă</p>	2		2/4			

<p>În rezultatul însușirii temei studentul trebuie: să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procese fizice in dispozitive SC</li> <li>• Fenomene de transport, de ce sunt dictate si influențate</li> </ul> <p>Să fie capabil:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Să determine parametrii electrofizici ai semiconductorilor</li> </ul> <p>Să rezolve probleme din domeniu</p>	<p>Tema 2. Concepte fundamentale în semiconductori. Conductivitatea.</p>	<p>LP2 Rezolvarea problemelor la subiectele T3, T4</p> <p>LL2. Determinarea experimentală a capacității de barieră a p-n sau Schottky /</p> <p>LL4 Studierea caracteristicilor tiristorului</p>	<p>Pentru prelegere: expunerea în Ppt, conversația Pentru lucrări practice Rezolvarea problemelor la tablă Pentru lucrare de laborator: învățarea prin asamblarea lucrării/ măsurări experimentale, prelucrarea datelor, susținerea lucrării</p>	<p>2</p>		<p>2/4</p>			
<p>În rezultatul însușirii temei studentul trebuie: să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipuril și formarea joncțiunilor, formarea barierelor energetice</li> </ul> <p>Să fie capabil</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Să utilizeze mecanismele joncțiunii la formarea dispozitivelor</li> <li>• Să rezolve probleme din domeniu</li> </ul>	<p>Tema 3. Joncțiuni metal-metal – semiconductor, homojoncțiuni și heterojoncțiuni semiconductoare.</p>	<p>LP3 Rezolvarea problemelor la subiectele T3, T4</p> <p>LL4. Studierea caracteristicilor tiristorului / LL3 Ridicarea caracteristicii volt-amperice a diodei tunel.</p>	<p>Pentru prelegere: expunerea în Ppt, conversația Pentru lucrări practice Rezolvarea problemelor la tablă Pentru LL: învățarea prin măsurări experimentale, prelucrarea datelor, susținerea lucrării</p>	<p>2</p>		<p>2/4</p>			
<p>În rezultatul însușirii temei studentul trebuie: să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Categoriile de clasificare</li> </ul>	<p>Tema 4. Clasificarea dispozitivelor microoptoelectronice. Dioda redresoare.</p>	<p>LP4 Rezolvarea problemelor la subiectele T5, T6</p>	<p>Pentru prelegere: expunerea în Ppt, conversația Pentru lucrări practice</p>	<p>2</p>		<p>2/3</p>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fizica proceselor in dioda redresoare</li> </ul> <p>Să fie capabil:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• să aplice calculele diodei redresoare in practică</li> <li>• Să rezolve probleme din domeniu</li> </ul>		<p>LL4. Ridicarea caracteristicilor fotorezistorului și fotodiodei. / LL6 / Ridicarea caracteristicii LED-urilor / LL7 Studierea caracteristicilor diodei și stabiltronului</p>	<p>Rezolvarea problemelor la tablă Pentru lucrare de laborator: învățarea prin asamblarea lucrării/ măsurări experimentale, prelucrarea datelor, susținerea lucrării</p>						
<p>În rezultatul însușirii temei studentul trebuie:</p> <p>să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tipurile diodelor stabilitroanelor, Schottky, fizica proceselor funcționării,</li> </ul> <p>să fie capabil:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Să identifice tipurile de diode necesare, să le înlocuiască în circuit</li> <li>▪ să rezolve probleme relevante</li> </ul>	<p>Tema 5. Stabiltronul. Dioda Schottky</p>	<p>LP5 Rezolvarea problemelor la subiectele T6</p>	<p>Pentru prelegere: expunerea în Ppt, conversația</p> <p>Pentru lucrări practice - Rezolvarea problemelor la tablă</p>	<p>2</p>	<p>2</p>				
<p>În rezultatul însușirii temei studentul trebuie:</p> <p>să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fizica proceselor în varicap</li> </ul> <p>să fie capabil:</p>	<p>Tema 6. Varicapul</p>	<p>LP6 Rezolvarea problemelor la subiectele T6</p>	<p>Pentru prelegere: expunerea în Ppt, conversația</p> <p>Pentru lucrări practice - Rezolvarea problemelor la tablă</p>	<p>2</p>	<p>2</p>				





**CURRICULARA DISCIPLINEI**

**Cod:**

**CD/M-8.1**

**DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE**

**Pagina**

**5/18**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Să identifice tipurile de dispozitive optoelectronice</li> <li>• să rezolve probleme la subiectul dat.</li> </ul>									
<p>În rezultatul însușirii temei studentul trebuie:</p> <p>să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• principul de funcționare a diodei Gunn, diodelor cu tranzit de avalanșă</li> <li>• să fie capabil:</li> <li>• Să identifice tipurile de diode, aplicabilitatea lor in circuite electronice</li> </ul> <p>Să rezolve probleme la subiect.</p>	<p>Tema.7. Dioda Gunn, Dioda pin, Diode cu tranzit de avalanșă</p>	<p>LP7 Rezolvarea problemelor la subiectele T7, T8</p>	<p>Pentru prelegere: expunerea în Ppt, conversația</p> <p>Pentru lucrări practice - Rezolvarea problemelor la tablă</p>	2		2			
<p>În rezultatul însușirii temei studentul trebuie:</p> <p>să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fizica proceselor în tiristoare, clasificarea lor, diferențele de dioda Shokley.</li> </ul> <p>să fie capabil:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Să expună modul de comutare in circuite, domenii de aplicare</li> </ul>	<p>Tema 8. Familia tiristoarelor</p>	<p>LP8 Recapitulare prin test scris</p>	<p>Pentru prelegere: expunerea în Ppt, conversația</p> <p>Pentru lucrări practice – Test scris</p>	2		1			



**CURRICULARA DISCIPLINEI**

**Cod:**

**CD/M-8.1**

**DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE**

**Pagina**

**5/18**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• să rezolve probleme.</li> </ul>									
<p>În rezultatul însușirii temei studentul trebuie:</p> <p>să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fizica proceselor in TB,</li> </ul> <p>să fie capabil:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Să identifice tipurile de TB, de conectare a lor în circuite, să le înlocuiască în circuit</li> </ul>	Tema 9. Tranzistoare bipolare		Pentru prelegere: expunerea în Ppt, conversația	2					
<p>În rezultatul însușirii temei studentul trebuie:</p> <p>să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fizica proceselor în dispozitive unipolare</li> </ul> <p>să fie capabil:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• să identifice dispozitivele speciale, să le utilizeze practic</li> </ul>	Tema 10. Tranzistoare unipolare.		Pentru prelegere: expunerea în Ppt, conversația	2					
<p>În rezultatul însușirii temei studentul trebuie:</p> <p>să cunoască:</p>	Tema 11. Tranzistoare MODFET/HFET, IGBT, UJT			2					



**CURRICULARA DISCIPLINEI**

**Cod:**

**CD/M-8.1**

**DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE**

**Pagina**

**5/18**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• fizica proceselor în dispozitive noi studiate</li> </ul> <p>să fie capabil:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• să identifice dispozitivele studiate</li> </ul>									
<p>În rezultatul însușirii temei studentul trebuie:</p> <p>să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fizica proceselor în dispozitive optoelectronice</li> </ul> <p>să fie capabil:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• să identifice dispozitivele optoelectronice, să le utilizeze practic</li> </ul>	<p>Tema 12. Dispozitive optoelectronice, clasificare, fotorezistorul, fotodioda, dioda laser</p>			2					
<p>În rezultatul însușirii temei studentul trebuie:</p> <p>să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fizica proceselor în dispozitive Hall, DCS, etc</li> </ul> <p>să fie capabil:</p>	<p>Tema 13. Dispozitive Hall, cu cuplaj de sarcină, piezofotonice, piezofototronice, etc.</p>			2					



**CURRICULARA DISCIPLINEI**

**Cod:**


**CD/M-8.1**

**DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE**

**Pagina**

**5/18**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• să identifice dispozitivele studiate, să le utilizeze practic</li> </ul>									
<p>În rezultatul însușirii temei studentul trebuie:</p> <p>să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• clasificare CI, variatarea lor, proceduri tehnologice generale:</li> <li>• să identifice CI, să le utilizeze practic</li> </ul>	Tema 14. Circuite integrate. Dispozitive cu supraconductori. Influența radiației ionizante asupra DMOE			2					
<p>În rezultatul însușirii temei studentul trebuie:</p> <p>să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fizica proceselor în dispozitive noi studiate nanoelectronice</li> </ul> <p>să fie capabil:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• să identifice dispozitivele nanoelectronice, să le utilizeze practic</li> </ul>	Tema 15. Introducere în dispozitive nanoelectronice		Total	2					
			Total ore	30		15/15			


 UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>CD/M-8.1</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	11/20

## VI. SUGESTII PENTRU ACTIVITATEA INDIVIDUALĂ A STUDENȚILOR

Pe parcursul semestrului studenții sunt obligați să realizeze activități individual, care includ printre altele:

- studierea literaturii notate ca obligatorii recomandate de cadrul didactic;
- identificarea conform subiectelor tematice planificate și studierea altor surse din literatură;
- realizarea sarcinilor pentru lucru acasă și lucrărilor de laborator planificate;
- autoevaluarea prin teste recomandate de cadrul didactic.

Nr. crt.	Capitol, temă	Conținut activitate individuală	Durata, ore	Forma de control	Termeni de control (perioada)
1	2	3	4	5	6
1.	T 1 LL 1	Însușire material teoretic	2	discuții ore ghidare	ore ghidare
		Pregătire către lucrare de laborator, seminare	3	interview	Ore LL
2.	T 2 LL 2	Însușire material teoretic	2	discuții ore ghidare	ore ghidare
		Pregătire către lucrare de laborator, seminare	3	interview	Ore LL
3.	T 3 LL 3	Însușire material teoretic	2	discuții ore ghidare	ore ghidare
		Pregătire către lucrare de laborator, seminare	3	interview	ore LL
4.	T 4 LL 4	Însușire material teoretic	2	discuții ore ghidare	ore ghidare
		Pregătire către lucrare de laborator, seminare	3	interview	ore LL
5		Pregătire către evaluarea periodică I	3	Evaluarea periodică I	Săptămâna 7 din semestru conform orarului UTM
6.	T5	Însușire material teoretic, pregătirea către seminare	2	discuții ore ghidare	ore ghidare
		Sustinerea restantelor la LL	1	interview	Ore ghidare
7.	T6	Însușire material teoretic, pregătirea către seminare	2	discuții ore ghidare	ore ghidare
		Autoevaluare prin teste propuse în ELSE	4	discuții ore ghidare	ore ghidare

 UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>		<b>Cod:</b>	<b>CD/M-8.1</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>		<b>Pagina</b>	11/20

8	T7	Însușire material teoretic, pregătirea către seminare	2	discuții ore ghidare	ore ghidare
9.	T8	Însușire material teoretic	2	Discuții ore ghidare	ore ghidare
10.	T9	Însușire material teoretic	2	discuții ore ghidare	ore ghidare
11.	T10, 11	Însușire material teoretic	2	discuții ore ghidare	ore ghidare
12	T12	Însușire material teoretic	2	Discuții. Ore ghidare	Ore ghidare
13	T13	Însușire material teoretic	2	Discuții, ore ghidare	Ore ghidare
14		Autoevaluări prin teste și exerciții propuse în ELSE	3	discuții ore ghidare	ore ghidare
15.		Pregătirea evaluarea periodică II	3	evaluarea periodică II	Săptămâna 14 din semestru conform orarului UTM
16	T14	Însușire material teoretic	2	Discuții, ore ghidare	Ore ghidare
17	T15	Însușire material teoretic	2	Discuții, ore ghidare	Ore ghidare
18		Pregătirea pentru examen conform subiectelor enunțate	6	examen final	Sesiunea de iarnă conform orarului UTM
		<b>TOTAL:</b>	<b>60</b>		

## VII. EVALUAREA DISCIPLINEI

Periodică		Curentă	Studiu individual	Proiect/teză	Examen
EP I	EP II				
15%	15%	15%	15%	-	40%

Standard minim de performanță  
 Frecventarea orelor de curs, seminare, de laborator, activitate în ore de ghidare  
 Susținerea evaluărilor și a examenului cu nota de cel puțin 5

## VIII. CRITERII DE EVALUARE

Denumire	Modul de desfășurare	Pondere pe componente de conținut
<b>Evaluare curentă</b>	Efectuarea LL și susținerea rapoartelor	<b>15%</b>

 <small>UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI</small>	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>CD/M-8.1</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	11/20

<b>Studiu individual</b>	Verificarea rezolvării problemelor și exercițiilor Verificarea cunoștințelor la temele individuale. Lucrul în cadrul orelor de ghidare. Autocontrol prin teste autoevaluare prezentate în ELSE	<b>15%</b>
<b>Evaluare periodică</b>		
EP 1	Test în ELSE sau în scris în baza biletului	<b>15%</b>
EP 2	Test în ELSE sau în scris în baza biletului	<b>15%</b>
<b>Proiect/teză</b>	-	
<b>Examen semestrial</b>	Scris în baza biletului individual sau on-line conform deciziilor	<b>40%</b>

## IX. LISTA DE SUBIECTE PENTRU EVALUĂRI PERIODICE ȘI CEA FINALĂ


### CHESTIONAR PENTRU EP I

1. Cum se comportă semiconductoarele din punct de vedere al conductivității la temperaturi foarte joase?
2. Care este energia de activare a electronilor de valență  $\Delta W$  dintr-un semiconductor (exprimată în eV)?
3. Cine participă la conducție într-un semiconductor intrinsec?
4. Ce efect are creșterea temperaturii asupra numărului de electroni liberi din materialele semiconductoare?
5. Cine asigură conducția electrică în semiconductoarele extrinsec?
6. Ce relație este între masa electronului de conducție  $m_n$  și masa electronului  $m_0$  de repaus?
7. Care este sarcina electronului de conducție, față de sarcina electrică elementară  $e$ ?
8. Ce relație respectă, pentru un semiconductor pur, la echilibru termic la o temperatură dată, concentrațiile de electroni  $n_0$  și de goluri  $p_0$ ?
9. Ce valență au impuritățile folosite pentru a realiza un semiconductor extrinsec de tip n?
10. Ce valență au impuritățile folosite pentru a realiza un semiconductor extrinsec de tip p?
11. Ce valoare poate avea din punct de vedere al energiei un electron liber dintr-un material semiconductor?
12. Ce valoare poate avea din punct de vedere al energiei un gol dintr-un material semiconductor?
13. Cum depinde de temperatura absolută  $T$  concentrația de  $p$  și  $e$  generați prin mecanism intrinsec într-un SC la echilibru termic?
14. Unde este plasat nivelul energetic donor introdus într-un n-SC extrinsec de impuritățile donoare?
15. Unde este plasat nivelul energetic acceptor introdus într-un p-SC extrinsec de impuritățile acceptoare?
16. Ce se constată din punctul de vedere al concentrației purtătorilor majoritari în vecinătatea suprafeței de separație a unei joncțiuni p – n ?
17. Ce efect are câmpul intern al regiunii de trecere creat de sarcina spațială a unei joncțiuni p-n asupra difuziei purtătorilor majoritari?
18. Cine formează sarcina spațială a unei joncțiuni p – n ?
19. În ce relație se află, la regimul de echilibru termic al unei joncțiuni p-n nepolarizate, curentul de difuzie  $i_d$  și curentul de conducție  $i_c$  ?

 UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>CD/M-8.1</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	11/20

20. În ce relație se află, pentru o joncțiune p-n polarizată în sens direct, curentul de difuzie  $i_d$  și curentul de conducție  $i_c$ ?
21. În ce relație se află, pentru o joncțiune p-n polarizată în sens invers, curentul de difuzie  $i_d$  și curentul de conducție  $i_c$ ?
22. Cum variază la o joncțiune p-n, la aplicarea unei tensiuni inverse, lățimea regiunii de trecere în funcție de concentrațiile de impurități din zonele respective?
23. Cum se comportă, din punct de vedere al conducției electrice, regiunea de trecere a joncțiunii p – n?
24. Ce efect are asupra lărgimii regiunii de trecere a unei joncțiuni p – n tensiunea inversă aplicată joncțiunii?
25. Ce reprezintă caracteristica statică a diodei semiconductoare?
26. Ce se constată la aplicarea pe dioda semiconductoare a unor tensiuni inverse mari?
27. Cum depinde din punct de vedere al legii matematice, în expresia caracteristicii teoretice a unei diode semiconductoare, curentul de tensiunea aplicată joncțiunii?
28. Ce efect are creșterea temperaturii joncțiunii unei diode semiconductoare asupra valorii curentului prin diodă?
29. Cum se definește riguros rezistența internă a unei diode semiconductoare funcționând în punctul static  $M(U_{a0}, I_{a0})$ , cu variații de semnal mic  $\Delta u_a, \Delta i_a$  ?
30. Cine determină apariția capacității de barieră  $C_b$  a unei joncțiuni p-n?
31. Ce efect are asupra capacității de barieră creșterea tensiunii aplicate pe joncțiunea p-n?
32. Ce se întâmplă cu valoarea rezistenței interne a diodei la o valoare mai mare a curentului de punct static al diodei semiconductoare?
33. Unde se plasează în mod normal punctul de funcționare la o diodă Zener?
34. Diferă oare dependența rezistivității SC de a Me și dacă da descrieți-o?
35. Ce ne spune teoria benzilor pentru corpuri solide? Care este diferența din pct de vedere energetic pentru Me, SC, DE? Ce specifică distribuția (statistica) Fermi Dirac?
36. Care este dependența conductivității de concentrația purtătorilor de sarcină
37. Avem SC de tip n și de tip p. Care din ele va avea o rezistență mai mică și de ce?
39. Care este direcția mișcării electronilor în raport cu câmpul electric aplicat, dar a golurilor?
39. Care sunt purtătorii mobili de sarcină electrică în SC?
40. Care purtători de sarcină asigură conducția electrică întrun SC intrinsec?
41. Care mecanisme decurg în SC la polarizare directă?
42. Ce este mobilitatea purtătorilor de sarcină? Care componente definesc conductivitatea unui SC?
43. Ce este un SC extrinsec? Care este poziția nivelului Fermi întrun SC intrinsec?
44. Cum se va deplasa nivelul Fermi la formarea SC extrinsec de tip P? dar de tip N?
45. Ce se întâmplă cu nivelele donatoare întrun SC extrinsec dopat foarte puternic?



	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>CD/M-8.1</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	11/20

46. De ce este asigurată densitatea de sarcină întrun SC dopat?
47. Ce este lungimea de difuzie? Timpul de viață?
48. Descrieți poziția nivelului Fermi pentru Me, SC și DE.
49. Ce este un gol? Descrieți Legea maselor în echilibrul SC.
- 50 Care sunt fenomenele ce contribuie la formarea curentului în SC?

#### **CHESTIONAR PENTRU EP A II-A**

1. Dioda Zener, Stabistorul. Clasificare. Conectare în circuite. Parametri, caracteristici.
2. Diodele de impuls. Dioda Schottky. Marcare, caracterizare succintă.
3. Dioda de curent continuu. Caracteristica. Marcarea
4. Dioda Varicap
5. Dioda Shockley. Diferența de Tiristor
6. Tiristorul. Optotiristorul. Caracteristica statică. Metode de blocare (stingere) a tiristorului.  
Cele patru metode de amorsare a tiristorului
7. Dioda Esaki (tunel). Conceptul de tunelare. Dioda inversă. Marcare, caracterizare.
8. Fotodioda p-i-n.
9. Detectorii optici pe principii de operare. Caracteristica curent-tensiune pentru fotodiodă  
Parametrii, caracteristicile fotodetectorilor
10. Efectul fotovoltaic. Celula solară.
11. LED-urile. Tipuri, caracterizări, tehnologii.
12. Dioda laser. Caracterizare.
13. Tranzistorul bipolar. Clasificare, structura, simbolurile. Caracterizare, stările tranzistorului  
Familiiile caracteristicilor statice ale tranzistorului bipolar.
14. Diagramele joncțiunilor tranzistorilor bipolari polarizate invers/direct
15. Tranzistorul bipolar ca cuadripol: parametri de bază
16. Conectarea tranzistorului bipolar în circuite: rezistențele și amplificarea curentului
17. TEC. Clasificări, familia de caracteristici. Conectări în circuite. Deosebirea de TB
18. Tranzistoare complementare, mixte ( TB+TEC)
19. Fototranzistorul. Optoizolatorul, optocomutatorul. Fototranzistorul Darlington
- 20 Dispozitive nanooptoelectronice

#### **CHESTIONAR PENTRU EXAMEN**

 UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>CD/M-8.1</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	11/20

Clasificarea materialelor semiconductoare după criterii fizice, chimice și funcționale

Factori ce influențează integrarea elementelor microoptoelectronic. Legea lui Moore. Pilde de componente active și pasive.

Categorizarea solidelor pe proprietăți de conductivitate. Teoria benzilor pentru corpuri solide. Distribuția Fermi-Dirac. Digramele benzii energetice pentru metale, semiconductori și dielectrici

Semiconductorii intrinseci. Conductibilitatea în semiconductori intrinseci. Generarea. Recombinarea.

Semiconductori extrinseci. Conductibilitatea în semiconductori extrinseci.

Doparea cu elemente acceptoare și donatoare. Concentrația purtătorilor mobili la echilibru termic

Densitatea de sarcină în volumul semiconductorului dopat. Concentrația purtătorilor mobili de sarcină în semiconductori tip n și tip p

Mobilitatea purtătorilor de sarcină. Intensitatea (densitatea) curentului. Curenții de drift și curenții de difuzie. Parcursul liber mediu și timpul de viață a purtătorilor de sarcină.

Joncțiunea p-n polarizată invers și polarizată direct (diagramele joncțiunii). Regiunea sărăcită (de golire).

Joncțiunea p-n : Curenți și capacități (grafice, formule). Poziția nivelului Fermi în dependență de concentrații.

Clasificarea joncțiunilor p-n. Pilde de tehnologii de realizare a joncțiunii p-n

Dependențe majore ale semiconductorilor și pilde de efecte utilizate în dispozitive. Dependența concentrației de temperatură în semiconductori dopați

De prezentat grafic pentru joncțiunea p-n: distribuția concentrației impurităților, purtătorilor majoritari, sarcinii spațiale, intensității câmpului electric, potențialului

Diagrama joncțiunii p-n: polarizată direct, invers, nepolarizată.

Caracteristica voltamperică. Rezistența diferențială a joncțiunii p-n. Capacitatea barierei joncțiunii p-n

Tipurile de străpungere a joncțiunii p-n. Caracterizarea. Aplicații practice.

Contactul Metal-Semiconductor. Diagramele la polarizare directă indirectă în dependență de lucrul de ieșire și tipul semiconductorului. Diferența dintre pn- joncțiune și contactul Metal – Semiconductor

Clasificarea componentelor electronice. Clasificarea dispozitivelor micro-optoelectronice (după numărul terminalelor, purtătorilor de sarcină, tipul joncțiunii, numărul de joncțiuni)

Tipuri și exemple de marcare în diferite țări (comunități)

Clasificarea diodelor semiconductoare (destinație, material, tehnologie, putere, frecvență). Marcarea.


Caracteristica curent-tensiune și formula în regim static a diodei. Parametrii de bază.

Punctul static de funcționare al diodei – determinarea

Cele 4 modele simplificate liniarizate a caracteristicii diodei

Dioda în regim dinamic la semnal mic (grafic, explicații)

Dioda Zener, Stabistorul. Clasificare. Conectare în circuite. Parametri, caracteristici.

	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>CD/M-8.1</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	11/20

Diodele de impuls. Dioda Schottky. Marcare, caracterizare succintă.

Dioda de curent continuu. Caracteristica. Marcarea

Dioda Varicap

Dioda Shockley. Diferența de Tiristor

Tiristorul. Optotiristorul. Caracteristica statică. Metode de blocare (stingere) a tiristorului.

Cele patru metode de amorsare a tiristorului

Dioda Esaki (tunel). Conceptul de tunelare. Dioda inversă. Marcare, caracterizare.

Fotodioda p-i-n.

Detectorii optici pe principii de operare. Caracteristica curent-tensiune pentru fotodiodă

Parametrii, caracteristicile fotodetectorilor

Efectul fotovoltaic. Celula solară.

LED-urile. Tipuri, caracterizări, tehnologii.

Dioda laser. Caracterizare.

Tranzistorul bipolar. Clasificare, structura, simbolurile. Caracterizare, stările tranzistorului

Familiiile caracteristicilor statice ale tranzistorului bipolar.

Diagramele joncțiunilor tranzistorilor bipolari polarizate invers/direct

Tranzistorul bipolar ca cuadripol: parametrii de bază

Conectarea tranzistorului bipolar în circuite: rezistențele și amplificarea curentului

Regimul dinamic de funcționare a tranzistorului

Fototranzistorul. Optoizolatorul. Fototranzistorul Darlington

Conectarea diodică a tranzistorului bipolar

Tranzistorul de drift, Tranzistorul cu straturi subțiri

Tranzistorul cu efect de câmp (TEC). Caracteristica generală. Tipurile

Principiul funcționării TEC-MOS cu canal inițial, cu canal indus. Caracteristicile de ieșire și de transfer

Heterojoncțiunile în dispozitive microoptoelectronice

Dispozitive microoptoelectronice de putere. Clasificarea. Pilde de dispozitive. Aplicații. Avantaje și neajunsuri.

Dispozitive nanooptoelectronice

## X. REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

### Obligatorii

 UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>CD/M-8.1</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	11/20

1. A.Buzdugan, V.Sontea. Dispozitive microoptoelectronice, Europress. 2020. *Disponibil în biblioteca UTM*
2. Д. В. Величко, В. Г. Рубанов, Полупроводниковые приборы и устройства, Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2006. – 184 с. [http://www.nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/9039/pp\\_pribor.pdf](http://www.nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/9039/pp_pribor.pdf)
3. Principles of Semiconductor Devices <http://ecee.colorado.edu/~bart/book/book/title.htm>
4. Îndrumar pentru lucrări de laborator (format electronic, în ELSE) <https://else.fcim.utm.md/course/view.php?id=235&notifyeditingon=1>

#### Suplimentare

1. S.M.Sze, Physics of Semiconductor Devices, Second Edition, A Wiley- Interscience Publication John Wiley & Sons, 1981. <https://archive.org/details/PhysicsOfSemiconductorDevices>
2. Г.И. Базир, Физические основы микроэлектроники, Ульяновск, УЛГТУ, 2006, 115 с <http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2006/73.pdf>
3. В.И.Старосельский. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники, ЮРАЙТ, Москва, Высшее образование, 2009, 463 с [https://file004.ru/jk9fsg7fsgghajj8ggshjuuisaoss7adsdh.Fizikapoluprovodnikovyhpriboro\\_vmikr\\_pdf.rar.html](https://file004.ru/jk9fsg7fsgghajj8ggshjuuisaoss7adsdh.Fizikapoluprovodnikovyhpriboro_vmikr_pdf.rar.html)
4. В. Ф. Попов Физические основы микроэлектроники, Тамбов, Изд. ТГТУ 2001. <http://window.edu.ru/resource/761/21761/files/popov2.pdf>.