	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>S.O.001</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	1/20

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

**APROBAT**

la ședința Departamentului  
Microelectronică și Inginerie  
Biomedicală  
nr. \_\_\_\_\_ din \_\_\_\_\_  
Șef DMIB

\_\_\_\_\_  
Oleg LUPAN  
prof. univ., dr. habilitat

**APROBAT**

la ședința Consiliului Facultății Calculatoare,  
Informatică și Microelectronică  
nr. \_\_\_\_\_ din \_\_\_\_\_  
Președintele Consiliului FCIM

\_\_\_\_\_  
Dumitru CIORBĂ  
conf. univ., dr.

**Program de studii: 714.19** Ingineria 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/titularii disciplinei**

\_\_\_\_\_  
semnătura titularului

**Buzdugan Artur**

 <small>UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI</small>	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>S.O.001</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	3/19

## 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 tematice/ suprapuneri ale microelectronicii și optoelectronicii.* Este extrem de complicat în prezent să identifici domenii ale industriei sau activități 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 Fizica 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 îmbunătățirea infrastructurilor cu un înalt grad de înnoire, locuri de munca de înalta 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,

 <small>UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI</small>	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>S.O.001</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	3/19

medicinii și cercetării polivalente și interdisciplinare. Dar, acest domeniu este indispensabil măsurărilor electronice propriu-zise.

*Beneficii / impact estimat al unității de curs Măsurări Electronice.* 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 nanoelectronică în Republica Moldova cu capacitate mare de export și beneficii financiare considerabile în perspectiva apropiată;
- contracararea exodului din țară a specialiștilor înalt calificați;
- produse noi autohtone, cu un înalt grad de inovare.

*Scopul principal al cursului „Dispozitive microoptoelectronice- ca disciplină didactică* reprezintă oglindirea procedeelelor progresiste existente și de perspectivă de formare profesională prin ciclul de licență al programului de studii la specialitatea “Ingineria Biomedicală” cu realizarea unor competențe generale structurate pe trei dimensiuni: **cognitive, aplicative și sociale** (de comunicare și relaționare).

Aceste competențe pot fi atinse prin realizarea obiectivelor specifice pregătirii în domeniul ingineriei electronice: cunoașterea și înțelegerea fenomenelor fizice și tehnologice; interpretare și abstractizare a rezultatelor experimentale; analiză, proiectare și simulare a unor circuite integrate; formare de deprinderi în utilizarea pentru elaborarea, asamblarea, testarea și depanarea echipamentelor sistemelor, inclusiv din domeniul medicinei, cu componente micro(nano)electronice.

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.

*Obiectivele principale ale cursului:* acumularea cunoștințelor privind principiile de funcționare a dispozitivelor micro-optoelectronice, aplicațiilor de bază, domeniilor de funcționalitate în sisteme biomedicale de măsurări.

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

 <small>UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI</small>	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>S.O.001</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	3/19

de dopare și polarizarea aplicată. Aceste competențe sunt formate prin studiul anterior a unităților de curs, prevăzute de planul de învățământ, cum ar fi: fizica, electrotehnica, matematica superioară, măsurări electronice, etc.

### III. COMPETENȚELE CARE URMEAZĂ A FI DEZVOLTATE

Disciplina/modulul prevede formarea următoarelor competențe profesionale și transversale:

Competențe profesionale:

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, modele matematice, fizice, chimice, biologice etc.).

După parcurgerea disciplinei studenții vor fi capabili:

C1.5 Implementarea de aplicații în practica inginerescă din domeniul specializării, 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.

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	
S.O.001	Învățământ cu frecvență								
	II	IV	30	-	15	15	-	60	4

 <small>UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI</small>	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>S.O.001</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	6/19

### 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> <li>• Să cunoască metode de obținere a semiconductorilor cu diferite tipuri de conducție</li> </ul>	<p>Tema 1. Introducere în micro-optoelectronică. Noțiuni fundamentale din fizica semiconductorilor. Teoria benzilor. Clasificarea semiconductorilor după criterii chimice, fizice și funcționale. Semiconductori intrinseci, extrinseci</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>	4		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. Fenomene de transport, parcursul liber, timpul de viață a purtătorilor de sarcină, generarea și recombinarea în semiconductori.</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</p> <p>Pentru lucrări practice Rezolvarea problemelor la tablă</p> <p>Pentru lucrare de laborator: învățarea prin asamblarea lucrării/ măsurări experimentale, prelucrarea datelor, susținerea lucrării</p>	<p>4</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, metal – semiconductor, homojoncțiuni și heterojoncțiuni semiconductoare.</p>	<p>LP3 Rezolvarea problemelor la subiectele T3, T4</p> <p>LL4. Studierea caracteristicilor tiristorului / LL3 Ridicarea caractersiticii volt-amperice a diodei tunel.</p>	<p>Pentru prelegere: expunerea în Ppt, conversația</p> <p>Pentru lucrări practice Rezolvarea problemelor la tablă</p> <p>Pentru LL: învățarea prin măsurări experimentale, prelucrarea datelor, susținerea lucrării</p>	<p>3</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> <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>Tema 4. Clasificarea dispozitivelor microoptoelectronice. Dioda redresoare.</p>	<p>LP4 Rezolvarea problemelor la subiectele T5, T6</p> <p>LL4. Ridicarea caracteristicilor fotorezistorului și fotodiodei. / LL6 / Ridicarea caracteristicii LED-urilor / LL7 Studierea caracteristicilor diodei și stabilitronului</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>2/3</p>			
<p>În rezultatul însușirii temei studentul trebuie: să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tipurile diodelor, fizica proceselor funcționării, să fie capabil:</li> <li>▪ Să identifice tipurile de diode necesare, să le înlocuiască în circuit</li> <li>▪ să rezolve probleme relevante</li> </ul>	<p>Tema 5. Diode cu destinații speciale: Zenner, stabistore, cu avalanșă, varactore, p-i-n, inverse, Esaki, tunel inverse.</p>	<p>LP5 Rezolvarea problemelor la subiectele T6</p>	<p>Pentru prelegere: expunerea în Ppt, conversația Pentru lucrări practice - Rezolvarea problemelor la tablă</p>	<p>3</p>		<p>2</p>			



**CURRICULARA DISCIPLINEI**

**Cod:**

**S.O.001**

**DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE**

**Pagina**

6/19

<p>În rezultatul însușirii temei studentul trebuie:</p> <p>să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fizica proceselor în diversitatea mare a dispozitivelor optoelectronice.</li> </ul> <p>să fie capabil:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Să identifice tipurile de dispozitive optoelectronice</li> <li>• să rezolve probleme la subiectul dat.</li> </ul>	<p>Tema 6. Dispozitive optoelectronice: fotodectoare, fotodiode, fototranzistoare, fototiristoare, celule fotoelectrice, celule fotoelectrochimice, diode electroluminiscente, diode laser. Varactore variabile optic. Optocuploare, optoizolatoare.</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>4</p>	<p>2</p>				
<p>În rezultatul însușirii temei studentul trebuie:</p> <p>să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• principul de funcționare a TB</li> </ul> <p>să fie capabil:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Să identifice tipurile de TB, aplicabilitatea lor in circuite electronice</li> </ul> <p>Să rezolve probleme la subiect.</p>	<p>Tema.7. Tranzistoare bipolare, heterobipolare, complementare.</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>	<p>3</p>	<p>2</p>				





**CURRICULARA DISCIPLINEI**

**Cod:**

**S.O.001**

**DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE**

**Pagina**

6/19

<p>În rezultatul însușirii temei studentul trebuie:</p> <p>să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fizica proceselor în TEC, clasificarea lor, diferențele de TB.</li> </ul> <p>să fie capabil:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Să expună modul de comutare în circuite, domenii de aplicare</li> <li>• să rezolve probleme.</li> </ul>	<p>Tema 8. Tranzistoare cu efect de câmp</p>	<p>LP8 Recapitulare prin test scris</p>	<p>Pentru prelegere: expunerea în Ppt, conversația</p> <p>Pentru lucrări practice – Test scris</p>	<p>2</p>	<p>1</p>				
<p>În rezultatul însușirii temei studentul trebuie:</p> <p>să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fizica proceselor în structuri multijoncțiune, diversitatea tiristoarelor, moduri de deschidere și închidere a lor, aplicabilitatea.</li> </ul> <p>să fie capabil:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Să identifice tipurile de tiristoare, să le înlocuiască în circuit</li> </ul>	<p>Tema 9. Homostructuri comutatoare multifuncționale: diode Shokley, tiristoare</p>		<p>Pentru prelegere: expunerea în Ppt, conversația</p>	<p>3</p>					



**CURRICULARA DISCIPLINEI**

**Cod:**

**S.O.001**

**DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE**

**Pagina**

6/19

<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</li> </ul> <p>să fie capabil:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• să identifice dispozitivele speciale, să le utilizeze practic</li> </ul>	<p>Tema 10. Alte dispozitive cu semiconductori: Gunn, Hall, piezofotonice, piezofototronice, cu cuplaj de sarcină, de radiații ionizante.</p>		<p>Pentru prelegere: expunerea în PPT, conversația</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 noi studiate să fie capabil:</li> <li>• să identifice dispozitivele nanoelectronice, să le utilizeze practic</li> </ul>	<p>Tema 11. Introducere în dispozitive nanoelectronice</p>		Total	1					
			Total	30		15/15			


 <small>UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI</small>	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>S.O.001</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	14/19

## 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;
- 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
		<u>Pregătire către lucrare de laborator, seminare</u>	2	interviu	Ore LL
2.	T 2 LL 2	Însușire material teoretic	3	discuții ore ghidare	ore ghidare
		<u>Pregătire către lucrare de laborator, seminare</u>	2	interviu	Ore LL
3.	T 3 LL 3	Însușire material teoretic	4	discuții ore ghidare	ore ghidare
		<u>Pregătire către lucrare de laborator, seminare</u>	2	interviu	ore LL
4.	T 4 LL 4	Însușire material teoretic	4	discuții ore ghidare	ore ghidare
		<u>Pregătire către lucrare de laborator, seminare</u>	2	interviu	ore LL
5		Pregătire către evaluarea curentă I	3	Evaluarea curentă 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	2	interviu	Ore ghidare
7.	T6	Însușire material teoretic, pregătirea către seminare	4	discuții ore ghidare	ore ghidare
		Autoevaluare prin teste propuse în ELSE	3	discuții ore ghidare	ore ghidare
8	T 7	Însușire material teoretic, pregătirea către seminare	3	discuții ore ghidare	ore ghidare

 UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>		<b>Cod:</b>	<b>S.O.001</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>		<b>Pagina</b>	14/19

9.		Însușire material teoretic	3	Discuții ore ghidare	ore ghidare
		Susținerea LL restante	2	interview	ore LL
10.	T9	Însușire material teoretic	2	discuții ore ghidare	ore ghidare
11.	T10, 11	Însușire material teoretic	2	discuții ore ghidare	ore ghidare
12		Autoevaluări prin teste și exerciții propuse în ELSE	4	discuții ore ghidare	ore ghidare
13.		Pregătirea evaluarea curentă II	3	evaluarea curentă II	Săptămâna 14 din semestru conform orarului UTM
14		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 și susținerea rapoartelor LLaborator	<b>15%</b>
<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	<b>15%</b>
EP 2	Test în ELSE sau în scris	<b>15%</b>
<b>Proiect/teză</b>	Nu este	
<b>Examen semestrial</b>	Oral sau în scris în baza biletului individual, sau on-line conform deciziilor, sau în ELSE test grilă	<b>40%</b>

	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>S.O.001</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	14/19


## 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  $m_e$  de repaos?
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 ?

	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>S.O.001</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	14/19


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  $i_c$  ?
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 ce?
39. Care este direcția mișcării electronilor în raport cu câmpul electric aplicat, dar a golurilor?

	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>S.O.001</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	14/19

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?
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 (Stabilitronul), 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 (Varactor, tuning
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.

	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>S.O.001</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	14/19

- 11.LED-urile. Tipuri, caracterizări, tehnologii.
- 12.Dioda laser. Caracterizare.
- 13.Tranzistorul bipolar. Clasificare, structura, simbolurile. Caracterizare, stările tranzistorului  
Familiile caracteristicilor statice ale tranzistorului bipolar.
- 14.Diagramele joncțiunilor tranzitorilor bipolari polarizate invers/direct
- 15.Tranzistorul bipolar ca cuadripol: parametrii de bază
- 16.Conectarea tranzistorului bipolar în circuite: rezistențele și amplificarea curentului
17. TEC. Clasificari, familia de caracteristici. Conectări in circuite. Deosiberea de TB
18. Tranzistoare complementare, mixte ( TB+TEC)
19. Fototranzistorul. Optoisolatorul, optocomutatorul. Fototranzistorul Darlington
- 20 Dispozitive nanooptoelectronice

#### CHESTIONAR PENTRU EXAMEN

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).



 <small>UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI</small>	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>S.O.001</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	14/19

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 p-n 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 marcarea 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 (Stabilitronul), Stabistorul. Clasificare. Conectare în circuite. Parametri, caracteristici.


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

Dioda de curent continuu. Caracteristica. Marcarea

Dioda Varicap (Varactor, tuning diode)

Dioda Shockley. Diferența de tiristor

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

	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>S.O.001</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	14/19

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

Familiile 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

 UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI	<b>CURRICULARA DISCIPLINEI</b>	<b>Cod:</b>	<b>S.O.001</b>
	<b>DISPOZITIVE MICROOPTOELECTRONICE</b>	<b>Pagina</b>	14/19

## X. REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

### Obligatorii

1. A.Buzdugan, V.Sontea. Dispozitive microoptoelectronice, Europress. 2020. *Disponibil în biblioteca UTM*
2. Rusu Constantin, Electronica analogică. Componente electronice. Auxiliar Curricular, Bistrița- 2015 <http://epofu.ro/docs/electronica/carti/auxiliar-componente-electronice.pdf>
3. P.Gașin, P.Gaugaș, A.Focșa. Fizica dispozitivelor semiconductoare, Tipografia Centrală, Chișinău, 1998 . *Disponibil în biblioteca UTM*
4. Г.И. Базир, Физические основы микроэлектроники, Ульяновск, УлГТУ, 2006, 115 с <http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2006/73.pdf>
5. 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)
6. В. Ф. Попов Физические основы микроэлектроники, Тамбов, Изд. ТГТУ 2001. <http://window.edu.ru/resource/761/21761/files/popov2.pdf>.
7. Îndrumar pentru lucrări de laborator (format electronic, în ELSE) <https://else.fcim.utm.md/course/view.php?id=235&notifieditingon=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. Principles of Semiconductor Devices <http://ecee.colorado.edu/~bart/book/book/title.htm>
3. В.И.Старосельский. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники, ЮРАЙТ, Москва, Высшее образование, 2009, 463 с [https://file004.ru/jk9fsg7fsgghajj8ggshjuuisaoss7adsdh.Fizikapoluprovodnikovyhpriborovmikr\\_pdf.rar.html](https://file004.ru/jk9fsg7fsgghajj8ggshjuuisaoss7adsdh.Fizikapoluprovodnikovyhpriborovmikr_pdf.rar.html)