

D.04.O.034 OPTOELECTRONICA

1. Date despre disciplină/modul

Facultatea	Electronică și Telecomunicații				
Departamentul	Telecomunicații și Sisteme Electronice				
Ciclul de studii	Studii superioare de licență, ciclul -I				
Programele de studiu	0714.1 TEHNOLOGII ȘI SISTEME DE TELECOMUNICAȚII; 0714.2 REȚELE ȘI SOFTWARE TELECOMUNICAȚII; 0710.1 INGINERIE ȘI MANAGEMENT ÎN TELECOMUNICAȚII.				
Anul de studiu	Semestrul	Tip de evaluare	Categoria formativă	Categoria de opționalitate	Credite ECTS
II (învățământ cu frecvență); III (învățământ cu frecvență redusă)	4 5	E	F – unitate de curs fundamentală	O - unitate de curs obligatorie	5

2. Timpul total estimat

Total ore în planul de învățământ	Din care				
	Ore auditoriale		Activități individuale		
	Curs	Laborator/seminar	Proiect de an	Studiul materialului teoretic	Pregătire aplicații
150	45	30/0	PA	30	45
150	14	12/4	PA	60	60

3. Precondiții de acces la disciplină/modul

Conform planului de învățământ	Studiul dispozitivelor active, Bazele elaborării dispozitivelor semiconducătoare
Conform competențelor	Studiul elaborării dispozitivelor active pe bază de semiconductori

4. Condiții de desfășurare a procesului educațional pentru

Curs	Pentru prezentarea materialului teoretic în sala de curs este nevoie de proiector și calculator. Nu vor fi tolerate întârzierile studenților, precum și convorbirile telefonice în timpul cursului.
Laborator/seminar	Studenții vor perfectă rapoarte conform condițiilor impuse de indicațiile metodice. Termenul de predare a lucrării de laborator – o săptămână după finalizarea acesteia. Pentru predarea cu întârziere a lucrării aceasta se depunează cu 1pct./săptămână de întârziere.

5. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>C1. Cunoașterea conceptelor, teoriilor și metodelor de bază ale gândirii ingineresti și economice în raport cu problemele teoretice și practice tipice.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cunoașterea principiilor optoelectronice: Înțelegerea conceptelor fundamentale ale dispozitivelor optoelectronice (LED-uri, fotodetectori, diode laser). ✓ Proiectarea sistemelor optoelectronice: Aplicarea metodelor ingineresti pentru dezvoltarea și simularea sistemelor optoelectronice. ✓ Integrarea principiilor economice: Evaluarea costurilor și rentabilității în dezvoltarea și producția de dispozitive optoelectronice. ✓ Rezolvarea problemelor tehnice și economice: Abordarea problemelor tipice din optoelectronică prin soluții tehnice și economice eficiente. ✓ Evaluarea performanței sistemelor optoelectronice: Măsurarea și analiza performanței dispozitivelor optoelectronice în aplicații diverse. ✓ Abordare interdisciplinară: Aplicarea unei abordări integrate din fizică, inginerie și economie în soluționarea problemelor din optoelectronică. <p>C2. Utilizarea metodelor, instrumentelor și tehnicilor de cercetare tehnică și economică în contextul elaborării de proiecte, rapoarte, previziuni și alte demersuri profesionale.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Aplicarea metodelor de cercetare tehnică: Utilizarea tehnicilor experimentale și teoretice pentru proiectarea și testarea dispozitivelor optoelectronice. ✓ Utilizarea software-urilor de simulare: Aplicarea instrumentelor CAD și simulatoarelor optoelectronice pentru modelarea sistemelor și evaluarea performanțelor.
-------------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Analiza economică a proiectelor: Evaluarea costurilor și rentabilității în dezvoltarea tehnologiilor optoelectronice. ✓ Elaborarea documentației tehnice: Redactarea rapoartelor și documentației detaliate pentru proiectele optoelectronice. ✓ Previziuni tehnologice și economice: Analizarea tendințelor și inovațiilor în domeniul optoelectronicii pentru a prognoza evoluțiile viitoare. ✓ Colaborare interdisciplinară: Colaborarea eficientă cu echipe din domenii conexe pentru dezvoltarea proiectelor optoelectronice. <p>C3. Aplicarea cunoștințelor, conceptelor, metodelor de bază și interpretarea informației tehnice și economice conform reglementărilor în domeniul telecomunicațiilor, utilizând aparatul metodologic cantitativ și calitativ.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Aplicarea conceptelor de optoelectronică în telecomunicații: Utilizarea cunoștințelor de optoelectronică pentru dezvoltarea soluțiilor tehnice în telecomunicații. ✓ Interpretarea datelor tehnice și economice: Analizarea informațiilor tehnice și economice aplicate în telecomunicații utilizând metode cantitative și calitative. ✓ Respectarea reglementărilor în telecomunicații: Aplicarea standardelor și reglementărilor internaționale pentru implementarea soluțiilor optoelectronice în telecomunicații. ✓ Modelarea și simularea sistemelor optoelectronice: Utilizarea tehnicilor de modelare pentru evaluarea și optimizarea performanței sistemelor telecomunicațiilor optoelectronice. ✓ Evaluarea impactului economic în telecomunicații: Analiza impactului economic al tehnologiilor optoelectronice în telecomunicații folosind instrumente de previziune financiară. ✓ Utilizarea metodelor de cercetare aplicată: Aplicarea metodelor cantitative și calitative pentru dezvoltarea de soluții inovative în domeniul optoelectronicii. <p>C4. Organizarea eficientă a activității și operarea serviciilor multimedia, bazate pe înțelegerea și aplicarea noțiunilor fundamentale din domeniul comunicațiilor și transmisiunii informației și conceperea implementării metodelor de estimare al eficienței economice de dezvoltare a domeniului de comunicații electronice.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Gestionarea serviciilor multimedia: Organizarea și coordonarea implementării serviciilor multimedia folosind tehnologii optoelectronice. ✓ Aplicarea principiilor comunicațiilor: Implementarea conceptelor fundamentale din domeniul comunicațiilor și transmisiunii informației în rețelele multimedia. ✓ Estimarea eficienței economice: Utilizarea metodelor economice pentru a evalua costurile și eficiența dezvoltării serviciilor de comunicații electronice. ✓ Optimizarea performanței rețelelor: Dezvoltarea soluțiilor tehnice pentru îmbunătățirea performanței rețelelor multimedia bazate pe tehnologii optoelectronice. ✓ Gestionarea resurselor rețelelor multimedia: Organizarea resurselor hardware și software pentru operarea eficientă a rețelelor de comunicații electronice. ✓ Evaluarea sustenabilității proiectelor: Aplicarea evaluărilor tehnice și economice pentru a asigura viabilitatea și sustenabilitatea proiectelor optoelectronice. <p>C5. Integrarea, exploatarea și managementul comunicațiilor electronice în diferite domenii ale economiei naționale.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Integrarea tehnologiilor optoelectronice: Implementarea dispozitivelor optoelectronice în rețelele de comunicații naționale. ✓ Exploatarea rețelelor optoelectronice: Utilizarea tehnologiilor optoelectronice pentru a susține comunicațiile de mare viteză în diverse sectoare economice. ✓ Gestionarea resurselor optoelectronice: Optimizarea utilizării echipamentelor și infrastructurii optoelectronice în telecomunicații. ✓ Dezvoltarea soluțiilor inovative: Crearea de soluții tehnice inovatoare bazate pe optoelectronică pentru sectoarele economice strategice. ✓ Optimizarea costurilor în telecomunicații: Reducerea costurilor operaționale și îmbunătățirea performanței rețelelor optoelectronice. ✓ Evaluarea impactului economic: Analizarea beneficiilor economice ale implementării tehnologiilor optoelectronice în diverse domenii ale economiei naționale.
--	--

6. Obiectivele disciplinei/modulului

Obiectivul general	Însușirea metodelor de elaborare și funcționare a dispozitivelor active pe bază de semiconductori.
Obiectivele specifice	<p>Să înțeleagă și să descrie principiul de funcționare al dispozitivelor active utilizate în sistemele de comunicații optice.</p> <p>Să înțeleagă principiile tehnologiei planare de fabricare dispozitivelor.</p> <p>Să determine corect gabaritele dispozitivelor conform parametrilor.</p>

7. Conținutul disciplinei/modulului

Tematica prelegerilor	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redusă
Tema 1. Introducere. Evoluția sistemelor optoelectronice. Dezvoltarea dispozitivelor micro-optoelectronice pe bază de semiconductor.	2	0,5
Tema2. Structura cristalină și forțele de legătură în cristale. Tipuri de imperfecțiuni structurale.Propagarea undelor elastice în cristale.	2	0,5
Tema3.Benzi energetice. Mișcarea electronilor într-o structură cristalină.	2	0,5
Tema 4. Fotorezistori. Purtători de sarcină majoritari și minoritari în semiconductori. Timpul de viață. Viteza de generare a purtătorilor de sarcină. Tranziții electronice.	2	0,5
Tema5. Construcția fotorezistorilor. Principiul de funcționare. Conductibilitatea, pragul roșu, eficiența fotorezistorilor. Viteza de generare a purtătorilor de sarcină în fotorezistori. Caracteristicile fotorezistorilor. Dependența sensibilității de frecvența semnalului.	2	0,5
Tema6. Joncțiunea p-n. Formarea joncțiunii p-n. Stratul de sarcină spațială. Diagrama energetică la echilibru și polarizare a joncțiunii p-n. Caracteristicile volt-ampere și watt-ampere a joncțiunii p-n.	2	1
Tema7. Homo- și heterojoncțiuni. Noțiuni generale. Parametrii de bază. Construcția diagramelor energetice a homo- și heterojoncțiunilor. Particularități.	2	0,5
Tema8. Fotodiode p-i-n. Construcția. Diagrama energetică. Formarea curentului. Principiul de funcționare. Eficiența cuantică. Rapiditatea fotodiodei p-i-n.	2	0,5
Tema9. Fotodiode Schottky. Construcția. Diagrama energetică. Formarea curentului. Principiul de funcționare. Eficiența cuantică externă. Regimurile de funcționare. Distribuția spectrală.	2	0,5
Tema10. Senzor de radiație UV. Construcția. Formarea curentului. Principiul de funcționare. Distribuția sensibilității spectrale. Senzori de UV.	2	0,5
Tema11. Senzor de radiație UV diferențiali. Construcția. Formarea curentului. Principiul de funcționare. Distribuția sensibilității spectrale.	2	0,5
Tema12. Baterii solare celule solare. Construcția. Formarea curentului. Principiul de funcționare. Diagrama energetică. Sensibilitatea spectrală. Noțiune de FillFactor.	2	0,5
Tema13. Surse de lumină. Categoriile surselor de radiație. Caracteristicile de bază. Surse de lumină coerente și necoerente.	2	0,5
Tema14. Diode luminescente pe baza joncțiunii p-n. Construcția. Diagrama energetică. Generarea radiației spontane. Principiul de funcționare. Eficiența cuantică externă. Parametrii de bază. Construcții îmbunătățite.	2	0,5
Tema15. Surse de lumină coerentă. Generarea radiației coerente. Diagrama energetică. Condițiile de generare a radiației coerente.	2	0,5
Tema16. Generatoare cuantice – LASER. Timpul de viață al purtătorilor de sarcină. Clasificarea surselor de radiație coerentă.	2	0,5
Tema17. Rezonatorul Fabry-Perot. Generarea modelor în rezonator. Polarizarea luminii. Moduri de polarizare a luminii coerente.	2	0,5
Tema18. Laseri pe bază de corp solid. Structura. Caracteristicile de bază. Regimurile de funcționare a laserilor pe corp solid.	2	0,5
Tema19. Comutatoare de calitate. Tipuri de comutatoare de calitate. Principiul de funcționare. Modularea semnalului luminos.	2	0,5
Tema20. Laseri pe bază de gaze. Construcția. Caracteristicile de bază. Parametrii de bază a laserilor pe bază de gaze. Diagrama energetică.	2	0,5
Tema21. Laseri pe semiconductori. Construcția. Spectrul de emisie. Caracteristicile și parametrii de bază.	2	0,5
Tema22. Laseri pe semiconductori. Reglarea cu numărul de mode longitudinale și transversale. Caracteristicile radiației emise de către dioda laser.	2	0,5
Tema23. Tehnologii de fabricare a dispozitivelor micro-optoelectronice. Epitaxia. Oxidarea. Difuzia.	2	0,5
Total prelegeri:	46	12

Tematica seminarelor	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redusă
LP1. Structura cristalină. Indicii Miller.	2	0,5
LP2. Fotorezistori. Construcții moderne. Aplicații ale fotorezistorilor în dispozitive modernizate. Inovații.	2	0,5
LP3. Aplicații ale fotoreceptorilor în dispozitive modernizate. Inovații.	2	0,5
LP4. Noțiune de nivelul Fermi. Determinarea concentrației purtătorilor cu ajutorul de nivelul . Fermi.	2	0,5
LP5. Construirea digramelor energetice ale joncțiunelor p-n.	2	0,5
LP6. Construcții modernizate ale senzorilor de UV.	2	0,5
LP7. Aplicații ale celulelor solare în dispozitive modernizate.	2	0,5
LP8. Aplicații ale laserilor în dispozitive modernizate.	2	0,5
Total seminare:	16	4

Tematica lucrărilor de laborator	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redusă
LL1. Inițiere în laboratoare. Protecția muncii la efectuarea lucrărilor.	4	
LL2. Aprecierea experimentală a lărgimii benzii energetice interzise.	4	
LL3. Studiul limitei de absorbție în semiconductori.	4	
LL4. Determinarea caracteristicilor FD în diferite regimuri de funcționare.	4	
LL5. Măsurarea caracteristicilor electrice ale DEL și LASER.	4	
LL6. Măsurarea caracteristicilor optice ale DEL și LASER	4	4
LL7. Determinarea parametrilor FD după dependența capacității în funcție de tensiune de polarizare.	4	4
LL8. Studiul caracteristicilor volt-amper și watt-amper ale diodei luminescente și diodei laser.	4	4
Total lucrări de laborator:	32	12

8. Referințe bibliografice

Principale	<ol style="list-style-type: none"> Shadia Jamil Ikhmayies, Hatice Hilal Kurt. „<i>Advances in Optoelectronic Materials</i>”. ISBN 978-3-030-577736-0, (https://www.google.md/books/edition/Advances_in_Optoelectronic_Materials/U0AjEAAAQBAJ), 2021. Alexander A. Bortsov, Yuri V. Il'in, Sergey M. Smolskiy. „<i>Laser Optoelectronic Oscillators</i>”. 978-3-030-45699-3, (https://www.google.md/books/edition/Laser_Optoelectronic_Oscillators/y238DwAAQBAJ), 2020. Saumya Sengupta, Subhananda Chakrabarti. “<i>Optical and Spectral Characterization of Sub-monolayer QDIPs</i>”. ISBN978-981-10-5701-4, (https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-5702-1_4), 2018. Xiaobing Luo, Qi Chen. “<i>Online Testing Method and System for LED Reliability and Their Applications</i>”. ISBN 978-3-319-58175-0, (https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-58175-0_13), 2018. Andreas Furchner, Dennis Aulich. “<i>Organic Materials for Optoelectronic Applications</i>”. ISBN 978-3-319-75894-7, (https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-75895-4_24), 2018. Joff Derluyn, Marianne Germain, Elke Meissner. “<i>Taking the Next Step in GaN: Bulk GaN Substrates and GaN-on-Si Epitaxy for Electronics</i>”. ISBN 978-3-319-77993-5, (https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-77994-2_1), 2018. Kasap, Safa, Capper, Peter “<i>Springer Handbook of Electronic and Photonic Materials</i>”. ISBN 978-3-319-48933-9. (https://www.springer.com/gp/book/9783319489315), 2017. Aaron H.-P. Ho, Donghyun Kim, Michael G. Somekh. “<i>Handbook of Photonics for Biomedical Engineering</i>”. ISBN978-94-007-6174-2 (https://link.springer.com/referencework/10.1007%2F978-94-007-6174-2), 2016.
------------	---

	<p>9. Oleksiy Shulika, Igor Sukhoivanov. “<i>Contemporary Optoelectronics. Materials, Metamaterials and Device Applications</i>”. ISBN 978-94-017-7314-0 (https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-017-7315-7), 2016.</p> <p>10. Markus Aspelmeyer, Tobias J. Kippenberg, Florian Marquardt. “<i>Cavity Optomechanics. Nano- and Micromechanical Resonators Interacting with Light</i>”. ISBN 978-3-642-55311-0, (https://www.google.md/books/edition/Cavity_Optomechanics/FG71AwAAQBAJ), 2014.</p> <p>11. Yue Wang. “<i>Low Threshold Organic Semiconductor Lasers. Hybrid Optoelectronics and Applications as Explosive Sensors</i>”. ISBN 978-3-319-01266-7, (https://books.google.md/books?id=CUrABAAAQBAJ), 2014.</p> <p>12. Minoru Yamada. “<i>Theory of Semiconductor Lasers. From Basis of Quantum Electronics to Analyses of the Mode Competition Phenomena and Noise</i>”. ISBN 978-4-431-54888-1, (https://www.google.md/books/edition/Theory_of_Semiconductor_Lasers/85-5BQAAQBAJ), 2014.</p> <p>13. Victor Lucian. <i>Energia solară: Ghid de captare și conversie a energiei solare pentru utilizare</i>. București: Editura universitară, 2014.</p> <p>14. Junji Ohtsubo. “<i>Semiconductor Lasers. Stability, Instability and Chaos</i>.” ISBN 978-3-642-30146-9, (https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-30147-6), 2013. Traian Ivanovici. <i>Sisteme de achiziție utilizate în domeniul surselor fotovoltaice</i>. Targoviste: Bibliotheca, 2013.</p> <p>15. Mohamed Amjahdi, Jean Lemale. <i>Energia solara termica și fotovoltaică</i>. București : Matrix Rom, 2012.</p> <p>16. Paul Schiopu, Neculai Grosu. <i>Măsurători optoelectronice / îndrumar</i>. București: Matrix Rom, 2011.</p> <p>17. Dave Birtalan, William Nunley. “<i>Optoelectronics: Infrared-Visible-Ultraviolet Devices and Applications. Second edition</i>.” CRC Press, 9 apr. 2009, pp. 300.</p> <p>18. Paul Schiopu, Carmen Schiopu. <i>Dispozitive piezoelectrice</i>. Bucuresti: Matrix Rom, 2011.</p>
Suplimentare	<p>1. Dan Cojoc, Andrei Dragulinescu. <i>Optica tehnică</i>. București : Matrix Rom , 2009.</p> <p>2. A. M. Желтиков. <i>Микроструктурированные световоды в оптических технологиях</i>. Москва: Физматлит, 2009.</p> <p>3. Teodor Petrescu. <i>Fibre optice pentru telecomunicații</i>. București: Editura AGIR, 2006. Petrescu, Teodor. <i>Fibre optice pentru telecomunicații</i>. - București: Ed. AGIR, 2006. - 182 p. CZU 681.7 / P 57</p>

9. Evaluare

Forma de învățământ	Periodică		Curentă	Lucrul individual	Examen final
	Atestarea 1	Atestarea 2			
Cu frecvență	15%	15%	15%	15%	40%
Cu frecvență redusă	25%			25%	50%
Standard minim de performanță					
Prezența și activitatea la prelegeri, seminare și lucrări de laborator; Obținerea notei trecătoare de „5” la fiecare evaluare curentă și lucrări de laborator; Demonstrarea în lucrarea de evaluare finală a cunoașterii materialului predat.					