

S.06.A.055 SISTEME OPTOELECTRONICE
1. Date despre unitatea de curs/modul

Facultatea	Calculatoare, Informatică și Microelectronică				
Catedra/departamentul	Microelectronică și Inginerie Biomedicală				
Ciclul de studii	Studii superioare de licență, ciclul I				
Programul de studiu	525.4 –Microelectronica si Nanotehnologii				
Anul de studiu	Semestrul	Tip de evaluare	Categoria formativă	Categoria de opționalitate	Credite ECTS
II (învățământ cu frecvență);	7	E	S – unitate de curs de specialitate	O - unitate de curs obligatorie	5

2. Timpul total estimat

Total ore în planul de învățământ	Din care				
	Ore auditoriale		Lucrul individual		
	Curs	Laborator	Studiul materialului teoretic		Pregătire aplicații
150	45	30	45		30

3. Precondiții de acces la unitatea de curs/modul

Conform planului de învățământ	Electrotehnica; Electronica; Circuite și Dispozitive în Electronică, Fizica corpului solid, Materiale și componente în electronică
Conform competențelor	Obținerea competențelor: baza de componente optoelectronice; principiile de construire și funcționare, caracteristicile și parametrii dispozitivelor semiconductoare discrete, circuitelor optoelectronice de afișare, iluminare, transformare și conversie a semnalelor optice, metodele principale de calcul ale circuitelor optoelectronice, metodele de asamblare în blocuri a sistemelor optoelectronice și reguli de îndeplinire a desenelor circuitelor.

4. Condiții de desfășurare a procesului educațional pentru

Curs	Pentru prezentarea materialului teoretic în sala de curs este nevoie de tablă, cretă, proiector și calculator. Nu vor fi tolerate întârzierile studenților, folosirea laptopurilor, precum și convorbirile telefonice în timpul cursului.
Laborator/practică	Studenții vor perfecta rapoarte conform condițiilor din indicațiile metodice. Termenul de predare a raportului pe lucrarea de laborator – 2 săptămâni după finalizarea acesteia.

5. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	CP4. Definirea conceptelor, teoriilor, modelelor și metodelor specifice proiectării circuitelor și sistemelor optoelectronice. ✓ Utilizarea cunoștințelor de bază pentru explicarea și interpretarea procedeelelor de elaborare a circuitelor și sistemelor optoelectronice. ✓ Aplicarea principiilor și metode de bază pentru proiectarea sistemelor optoelectronice. ✓ Utilizarea adecvată de criterii și metode de evaluare a circuitelor noi prin adoptarea
-------------------------	---

	<p>procedeelor, tehnicilor și metodelor de bază, necesare în proiectarea lor.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Organizarea experimentului de măsurare corectă cu instalațiile optoelectronice. ✓ Determinarea parametrilor principali ai sistemelor optoelectronice. ✓ Aprecierea gradului de primejdie ecologică și la activitatea umană la cercetare. ✓ Proiectare, producere și exploatare a tehnicii optoelectronice.
Competențe profesionale	<p>CP6. Evaluarea și asigurarea calității circuitelor, sistemelor optoelectronice și cele asociate.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Descrierea procedeelor, tehnicilor și metodelor de bază necesare pentru asigurarea calității sistemelor optoelectronice în relație cu aparatele asociate. ✓ Utilizarea cunoștințelor de bază pentru explicarea și interpretarea metodelor de bază de calcul și proiectare a circuitelor și sistemelor optoelectronice necesare în procesele de evaluare și asigurare a calității lor în relație cu echipamentele/aparatele finale asociate. ✓ Aplicarea de principii și metode de bază pentru evaluarea și asigurarea calității circuitelor și sistemelor optoelectronice.
Competențe transversale	<p>CT1. Realizarea laboratoarelor cu utilizarea corectă a surselor bibliografice și metodelor specifice, în condiții de autonomie restrânsă și asistență calificată, precum și susținerea acestora cu demonstrarea capacității de evaluare calitativă și cantitativă a unor soluții tehnice din domeniu.</p> <p>CT3. Identificarea necesității de formare profesională, cu analiza critică a propriei activități de formare și a nivelului de dezvoltare profesională și utilizarea eficientă a resurselor de comunicare și formare profesională (Internet, e-mail, baze de date, cursuri on-line etc.), inclusiv folosind limbile străine: engleza, germana, ș.a.</p>

6. Obiectivele unității de curs/modulului

Obiectivul general	Însușirea procedeelor de calcul și proiectare constructivă a circuitelor și sistemelor optoelectronice.
Obiectivele specifice	<p>Să înțeleagă și să descrie structura dispozitivelor optoelectronice și formarea circuitului.</p> <p>Să selecteze procedee adecvate pentru elaborarea circuitelor și sistemelor optoelectronice noi.</p> <p>Să formeze un procedeu optim de aplicare a calculelor și proiectare a circuitului.</p> <p>Să aplice corect procedeele de modelare, calcul și proiectare a sistemelor optoelectronice.</p>

7. Conținutul unității de curs/modulului

Tematica activităților didactice	Numărul de ore
	învățământ cu frecvență
Tematica prelegerilor	
T1. Introducere. Optoelectronica și optica integrală un domeniu nou al electronicii. Obiectul disciplinei și sarcinile ei. Metodele optice de transmitere, prelucrare și stocare a informației. Rolul lor în știință contemporană și tehnica de calcul și transmitere a informației. Capacitatea informativă a canalului de comunicații optice. Terminologia standardă, noțiunile principale și determinări. Dezvoltarea istorică a sistemelor optoelectronice. Acțiunea luminii cu materialele și componentele opticii fizice. Raze de lumină. Mijloacele de descriere a radiației electromagnetice. Razele de lumină. Principiul Fermat. Propagarea razelor în diverse medii.	2
T2. Undele electromagnetice. Ecuațiile lui Maxwell. Fotonul și însușirile lui. Interferența și difracția luminii. Tranziții cuantice în acțiunea cu radiația electromagnetică. Elementul cu matrice și probabilitatea tranziției. Radiație spontană și stimulată. Coeficienții lui Einstein.	2

T3. Propagarea luminii în mediu material. Caracteristicile optice ale substanței. Indicele complex de refracție. Indicele de absorbție. Viteza luminii de fază și de grup. Dispersia. Relația Cramers – Cronind.	2
T4. Amplificarea și generarea radiației optice. Principiul de lucru al laserilor. Excitarea mediului activ – pompajul. Inversia de populație. Relația cinetică. Schemele de lucru în 2-, 3-, 4- niveluri. Rezonatoare de diferite tipuri. Rezonator confocal. Fasciculele lui Gaus. Condițiile de autoexcitare a generatorului și energia de prag a pompajului.	2
T5. Generarea radiației optice. Generarea monomod și a mai multor moduri de oscilație. Generația nestaționară. Modulația factorului de calitate. Impulse gigantice. Sincronizarea modurilor și impulse scurte de lumină.	2
T6. Amplificarea saturată. Proprietățile, propagarea și transformarea fascicuilor laserilor. Monocromatism. Polarizare. Coerența. Directivitate. Luminanță. Propagarea și transformarea fascicuilor Gaus. Distribuția spațială. Transformarea spațială de amplitudine, polarizare și fază ale fasciculului laser. Transformarea de timp și frecvență. Sisteme optice dirijate. Proprietățile optice ale atmosferei.	2
T7. Ghid de unde dielectric și elemente cristal – optice. Trecerea luminii prin granița a două medii. Formula lui Frenel. Reflexia totală. Refracția luminii. Propagarea specifică a luminii în straturi subțiri. Ghid de undă. Ghid de undă optic. Ghid de undă plan. Modurile ghidului de undă. Legături între ghiduri de unde. Baza de adaptare optică.	2
T8. Optica mediului anizotrop. Tenzorul permitivității dielectrice. Indicatoarea optică. Refracție cu două fascicule (natural și artificial). Efectele electrooptice. Efectele magnetooptice. Efectele piezooptic și acustooptic. Polarizarea neliniară a cristalului, efectele neliniare optice. Generația armonicilor. Condițiile sincronismului de fază. Transformarea parametrică în optică.	2
T9. Optica materialelor semiconductoare. Structura de benzi a cristalelor semiconductoare ale grupelor A4B4, A3B5, A2B6, A4B6. Particularitățile spectrului energetic ale electronilor în soluție solidă semiconductoare. Aproximația cristalului virtual. Efectele de dezordine. Starea electronilor în semiconductorii amorfi. Tranziții optice în materialele semiconductoare. Regulile de alegere și de conservare. Absorbția optică proprie. Efectele excitonice. Absorbție optică fundamentală în soluțiile solide și semiconductoare puternic adoptate. Absorbție optică de impurități. Absorbția optică cu purtătorii de sarcină liberă. Absorbția optică pe oscilațiile rețelei cristaline. Refracția luminii în semiconductori și soluții solide.	2
T10. Recombinarea radiativă în semiconductori. Nivelul Fermi. Mecanismele luminiscentiei. Legătură între spectrele: de absorbție și luminiscentă. Timpul de viață radiant. Eficiența cuantică și intensități luminoase. Recombinarea neradiană. Procese Auger. Influența nivelului de dopare și a acțiunilor externe asupra proprietăților materialelor semiconductoare. Efectele fotoelectrice. Fotoconductivitatea staționară. Spectrele efectului fotoconductiv. Cinetica fotoconducției în cazul de recombinare liniar și patric.	2
T11. Heterostructurile și efectele de mărimi cuantice în semiconductori. Heterojoncțiuni în semiconductori. Heterojoncțiune ideală. Heterojoncțiuni abrupte și liniare. Joncțiuni cu benzi variabile. Cerințele către materiale. Diagrama benzilor energetice. Efectul de injecție într-o direcție. Efectul de superinjecție. Efectul de fereastră. Limitare optică și electronică. Heterostructurile cu straturi de mărime cuantică.	2
T12. Efectul de cuantificare a dimensiunilor. Gropi cuantice. Straturi de dimensiuni cuantice. Fire cuantice. Spectrul electronic al	2

sistemului cu două și mono dimensiuni. Suprarețea. Diferite tipuri de suprafețe. Suprafețele dopate. Suprafețele intensitate. Materialele semiconductoare. Metodele și tehnologia de producere.	
T13. Surse de radiație incoerentă. Surse de radiație termică. Emițători pe baza catodoluminiscentiei cu tensiune joasă. Condensatoare electroluminescente cu pelicule fine.	2
T14. Surse de radiație cu joncțiuni LED-urile. LED-urile cu emisie în infraroșu. LED-urile cu heterojoncțiuni. Particularitățile construcțiilor și caracteristicilor LED – urilor cu joncțiuni variabile. Laserii cu gaze. Particularitățile și caracteristicile laserilor cu descărcare electrică în gaz. Tipurile laserilor cu gaz.	2
T15. Laserii cu corpuri solide. Laserul cu rubin. Laserii cu cristale și sticle, activate neodim. Laserii de transformare a lungimii de undă cu corpuri solide. Laserii cu substanțe lichide pe baza coloranților organici. Laserii cu semiconductori. Cerințele către materialele active. Laserii cu injecție cu homojoncțiuni sau cu heterojoncțiuni p-n. Laserii pe baza a două heterostructuri. Laserii cu limitare optică și electronică separat. Laserii cu efectele de mărimi cuantice.	2
T16. Laserii cu bandă. Caracteristicile statice și dinamice ale laserilor cu semiconductori. Caracteristicile de modulație. Laserii cu reacție distributivă. Zgomotele în laseri. Receptori de radiație (fotoreceptori). Tipurile și caracteristicile tehnice de bază ale receptorilor de semnale optice. Receptori de radiații termice și fotonice. Fotoreceptorii cu semiconductori. Materialele pentru fotoreceptori.	2
T17. Fotorezistorii. Fotodiodele. Fotodiodele p-i-n și cu multiplicare în avalanșă. Fototranzistorii. Fotoreceptori cu multe elemente. Zgomoturile și sensibilitatea de prag a fotoreceptorilor. Dispozitive cu cuplare de sarcină în calitate de fotoreceptori. Convertorul fotoelectric al radiației solare. Celule solare pe baza Si amorf. Heterofotoelemente.	2
T18. Dispozitive de comandă cu radiație optică. Specifica dispozitivelor de comandă cu radiație optică. Modulatorii radiației laserului. Modulatorii electrooptici. Modulatorii magnetooptici. Modulatorii de absorbție. Modulatorii acustooptici de lumină. Metodele de baleiaj a luminii. Deflectorii. Dispozitive ale opticii neliniare. Convertorul de frecvență. Generatorii de armonici. Generatorii parametrici de lumină.	2
T19. Sisteme optice comandate. Optocuploare și captori optici. Elementele structurale a optoelectronicii. Optocuploare elementare. Optocuplor în calitate de element activ în schemotehnica optoelectronicii incoerente. Adaptare optică în perechi optocuplate. Tipurile optocuploarelor. Cuplajul optic în dispozitivele optoelectronice corpului solid. Captorii optoelectronicii. Principiile de alcătuire, particularitățile și posibilitatea funcțională. Diferite tipuri de captori.	2
T20. Indicatoare luminoase, displei și dispozitive de memorie optică. Dispozitive de afișare a informației cu diode semiconductoare electroluminescente în microelectronică. Indicatori luminescente cristale lichide. Panourile și ecranele electroluminescente. Sistemele de înregistrare optică a informației. Afișaj optic.	2
T21. Capacitatea memoriei optice. Dispozitive de memorie optică. Memorie optică de mare capacitate. Linii de comunicații optice prin fibre optice. Principiile de comunicații optice prin fibre optice. Caracteristicile optice a ghidului de undă optic. Tipurile de fibre optice. Fibrele optice monomod și multimod. Limitarea vitezelor transmisiei de date. Transmisia multiplexată a datelor. Cablul optic. Conectorii.	2
T22. Surse optice și fotoreceptorii. Retransmițătorii. Principiile transmisiei multiplexate. Multiplexorii și demultiplexorii optici. Componentele opticii integrate. Principiile opticii integrate. Componentele principale ale schemelor integrate optice. Structura microghidă pe substrat pasiv și activ. Comunicația optică distributivă. Modulatorii integralo –optici, comutatorii filtre și detectorii. Mijloacele de intrare și ieșire a radiației. Componentele de	2

focalizare a opticii integrale. Ramificatorii.	
T23. Totalizarea materiei.	1
Schemele integrale optoelectronice. Metodele optice de prelucrare a datelor.	
Total prelegeri:	45
Tematica activităților didactice	Numărul de ore
	învățământ cu frecvență
Tematica lucrărilor de laborator	
LL1. Cercetarea caracteristicilor ale diodelor electroluminiscente.	4
LL2. Cercetarea caracteristicilor fotodiodei.	4
LL3. Cercetarea dispozitivelor fotoelectronice – fotorezistorul și fototranzistorul.	4
LL4. Cercetarea caracteristicilor statice ale optocuplorului cu LED și fototranzistor unijonctiune.	4
LL5. Cercetarea caracteristicilor statice ale optocuploarelor.	4
LL6. Aplicații practice ale optocuploarelor cu LED și fototriac.	4
LL7. Studiarea transformării și afișării informației numerice pe indicatorul semiconductor cu șapte segmente.	4
LL8. Fibra optică. Aplicații.	2
Total lucrări de laborator/seminare:	30

8. Referințe bibliografice

Principale	<p>Șișianu T.S., Șișianu S.T., Lupan O. Comunicații prin fibre optice. Manual. Chișinău, R.Moldova, Editura Tehnica-Info, 2003, 546 pagini.</p> <p>Розеншер Э. Оптоэлектроника – М.: Техносфера, 2004, 590 стр. Nr. de ex. în bibliotecă: 4. Asigurarea în %: 100%.</p> <p>Ермаков О.Н. Прикладная оптоэлектроника – М.: Техносфера, 2004, 600 стр. Nr. de ex. în bibliotecă: 4. Asigurarea în %: 100%.</p> <p>Носов Ю.П. «Оптоэлектроника», М., Радио и связь, 1989, с.360</p> <p>Дж. Гауэр «Оптические системы связи» - М., Радио и связь, 1988, 384 с. Nr. de ex. în bibliotecă: 10. Asigurarea în %: 90%.</p> <p>Iancu Oxidiu. Dispozitive optoelectronice.-București, Matrix Rom 2003 Nr. de ex. în bibliotecă: 80. Asigurarea în %: 70%.</p> <p>S., Munteanu I., "Dispozitive fotonice semiconductoare" București, Editura Tehnică, 1986, 288 p.</p> <p>Indicații metodice la lucrări de laborator "Optoelectronica și optica integrală", partea 1 și 2. – Chișinău, UTM 1992, 5,25, coli tipar Nr. de ex. în bibliotecă: 150. Asigurarea în %: 100%.</p> <p>Полупроводниковые оптоэлектронные приборы: Справочник / Под общ. редакции Иванова В.И., - М.: Энергоатомиздат, 1988, 400 стр.</p> <p>Constantin Stănescu, Optoelectronică și comunicații optice. Partea 1. Editura Universității din Pitești- 2015</p> <p>https://www.researchgate.net/publication/289504685_Optoelectronica_si_comunicatii_optice_Partea_I_-_Notiuni_teoretice_fundamentale</p> <p>J.P. Dakin, R. Brown, Handbook of Optoelectronics (Two-Volume Set), CRC Press, 2006, 1616 pagini.</p> <p>http://www.fulviofrison.com/attachments/article/405/handbook%20of%20optoelectronics%20vol%20I.pdf</p>
Suplimentare	<p>Верещагин И.К., Косяченко Л.А. «Введение в оптоэлектронику» ВШ 1991, 191 с.</p> <p>Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника, Ульяновск, УлГТУ, 2011, 537 с, Санкт Петербург, Издательство «Лань», Учебники для вузов. Специальная литература http://www.novsu.ru/file/1205090</p>

9. Evaluare

Curentă			Examen final
Evaluarea 1	Evaluarea 2		
30%	30%		40%
Standard minim de performanță			
Prezența și activitatea la prelegeri și lucrări de laborator; Obținerea notei minime de „5” la fiecare dintre atestări și lucrări de laborator; Obținerea notei minime de „5” la examen; Demonstrarea în lucrarea de examinare finală a cunoașterii metodelor de bază de calcul și proiectare a circuitelor și sistemelor optoelectronice			