



Ministerul Educației al Republicii Moldova
Centrul de Excelență în Energetică și Electronică



Mariana Barladean

Aprobat
Directorul Centrului de Excelență
în Energetică și Electronică
Mariana Barladean

18 septembrie 2023

Curriculumul modular
S.07.O.022 Optoelectronica

Specialitatea: 71440 – Electronică

Calificarea: Tehnician electronică

Chișinău 2023

Curriculumul a fost elaborat în baza ordinului Ministerului Educației și Cercetării al Republicii Moldova, numărul 83, din data de 14.02.2022, cu privire la aprobarea listei instituțiilor de învățământ desemnate responsabile pentru elaborarea planurilor de învățământ la programele de formare profesională postsecundară și postsecundară nonterțială



Autori:

TCACI Nadejda, grad didactic II, I.P Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Aprobat de:

Consiliul metodic-științific al Centrului de Excelență în Energetică și Electronică.

Director adjunct instruire și educație

_____ Gheorghii Zvezdenko

18 septembrie 2023

Recenzenți:

1 Institutul de Energetică al AȘM, adresa: str. Academiei 5, mun. Chișinău, director, doctor în tehnică **TÎRȘU Mihai**

2 ÎM STEINEL IMMOBILEN UND MANAGEMENT SRL, adresa: sec. Ciocana, str. Sadoveanu M., 42/3, mun. Chișinău, administrator **CUNUP Ruslan**.

Adresa Curriculumului în Internet:

Portalul național al învățământului profesional tehnic

<http://www.ipt.md/ro/produse-educationale>.

Cuprins

<i>I. Preliminarii</i>	<i>4</i>
<i>II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională</i>	<i>4</i>
<i>III. Competențele profesionale specifice modulului</i>	<i>5</i>
<i>IV. Administrarea modulului</i>	<i>5</i>
<i>V. Unitățile de învățare</i>	<i>5</i>
<i>VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare.....</i>	<i>7</i>
<i>VII. Studiu individual ghidat de profesor.....</i>	<i>7</i>
<i>VIII. Lucrările practice / de laborator / proiect recomandate.....</i>	<i>8</i>
<i>X. Sugestii metodologice</i>	<i>9</i>
<i>XI. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale.....</i>	<i>9</i>
<i>XII. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii</i>	<i>10</i>
<i>XIII. Resursele didactice recomandate elevilor.....</i>	<i>11</i>

I. Preliminarii

Curriculum modular la unitatea de curs **Optoelectronica** este parte componentă a programului de formare profesională în conformitate cu planul de învățământ aprobat de Ministerul Educației, la 15 august 2016, nr. înregistrare SC-64/16., specialitatea 71440 Electronică, termenul de studii 4 ani, pentru calificarea Tehnician electronică.

Unitatea de curs **Optoelectronica** va contribui la dezvoltarea competențelor profesionale în domeniul analizei, simulării și testării surselor și detectoarelor optoelectronice pentru sisteme electronice.

Platforma de dezvoltare a competențelor specifice disciplinei constă în cunoștințele și abilitățile obținute în cadrul unităților de curs după cum urmează:

Fizica

Electrotehnica

Informatica

Materiale și componente pasive

Dispozitive electronice

II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională

Optoelectronica reunește optica tradițională, domeniul surselor semiconductoare emițătoare de radiație, a detectoarelor, a laserelor, a fibrelor optice și electronica asociată lor. Ea studiază interacțiunile luminii în domeniul de lungimi de undă de la zeci de nm la 20 μ m, cu materia în stare gazoasă, lichidă sau solidă și dispozitivele care se bazează pe aceste interacțiuni. Aceste dispozitive combină părți optice cu părți electrice și s-au dezvoltat enorm în ultimii 20 de ani, ca rezultat al extinderii industriilor materialelor semiconductoare. Extinderea comunicațiilor optice a determinat producții masive de componente optoelectronice. Același efect l-au avut lărgirea domeniului de aplicare al laserelor și dezvoltarea înregistrării și stocării optice a informației. Fiabilitatea, randamentul sporit și costul scăzut au contribuit la răspândirea componentelor optoelectronice.

Cursul urmarește să ofere studenților principalele elemente ale optoelectronicii, în contextul unei tot mai mari implicări a acestora în dispozitive de comunicație, conversie de energie și sisteme de automatizare. Cursul își propune să consolideze înțelegerea și interpretarea rezultatelor acumulate din zonele de interdisciplinaritate ale electronicii cu alte domenii.

Studierea unității de curs **Optoelectronica** va facilita tranziția de la studii în câmpul muncii a tehnicianului în domeniul optoelectronicii și comunicațiilor optice. Studiarea modulului în cauză are un rol indispensabil în formarea competențelor profesionale, impactul pe care îl va avea însușirea modulului este foarte mare în crearea condițiilor de studiere al viitoarelor module de specialitate prevăzute de planul de învățământ și dezvoltarea unei cariere profesionale de succes.

III. Competențele profesionale specifice modului

CSM1 – Cunoașterea și înțelegerea principiului de funcționare al diodelor semiconductoare și a fotodiodelor;

CSM2 – Explicarea și interpretarea modului de folosire a dispozitivelor optoelectronice; aplicării metodelor și principiilor de funcționare ce intervin în curs;

CSM3 - Rezolvare de probleme, situații de problemă privind calculul parametrilor surselor și detectorilor optici;

CSM4 – Implementarea comenzilor și a softului în sistemele de comunicații optice;

CSM5 – Utilizarea programelor de simulare avansată pentru simularea elementelor optice;

CSM6 – Competențe de alegere a diodelor semiconductoare și a fotodiodelor în funcție de precizie și sensibilitate.

IV. Administrarea modului

Semestrul	Numărul de ore				Modalitatea de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct		Lucrul individual		
		Prelegeri	Practică/Laborator			
VII	120	45	15	60	examen	4

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. SURSE DE IRADIERE OPTICĂ		
UC1. Clasificarea dispozitivelor optoelectronice UC2. Identificarea surselor optice în dependență de domeniul de aplicare	1.1 Introducere în optoelectronică. Proprietățile fundamentale ale luminii. 1.2 Joncțiunea p-n. Homojoncțiuni. Heterojoncțiuni. 1.3 Surse de radiație optică. Clasificarea. Caracteristicile surselor de radiație optică. 1.4 Materiale fotoemise cu emisie directă și indirectă. 1.5 Diode luminescente cu joncțiune p-n. Construcția. Diagrama energetică. Aplicații. 1.6 Diode luminescente cu emisie de suprafață și laterală. 1.7 Generatoare cuantice	A1. Recunoașterea dispozitivelor optoelectronice după simbol și aspect A2. Precizarea proceselor fizice ce stau la baza funcționării surselor optice cu heterojoncțiuni A3. Identificarea tipurilor de surse optice în scheme electrice

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	optice. Caracteristicile de bază. Construcția. 1.8 Generatoare optice cu gaze. Caracteristicile de bază. Construcția. 1.9 Laseri pe bază de corp solid. Structura. Caracteristicile de bază. Regimurile de funcționare a laserilor pe corp solid. 1.10 Laseri pe semiconductori. Construcția. Spectrul de emisie. Caracteristicile și parametrii de bază.	
2. DETECTORI FOTOELECTRICI		
UC3. Identificarea detectorilor optici în dependență de domeniul de aplicare	2.1. Fotodetectori. Clasificarea și parametrii fotodiodelor. 2.2 Caracteristicile fundamentale ale fotodiodelor. 2.3 Fotorezistor. Structura. Principiul de funcționare. 2.4 Fotodiode cu joncțiune p-n. Principiul de funcționare. Zgomotul fotodiodei. 2.5. Fotodiode p-i-n. Construcția. Funcționarea fizică a fotodiodei p-i-n. 2.6 Fotodiode cu barieră Schottky. Principiul de funcționare. 2.7. Fotodioda în avalanșă. Construcția. Principiul de funcționare. 2.8. Fotodiode cu heterojoncțiune. Construcția fotodiodei cu heterojoncțiune. 2.9 Celule solare. Formarea curentului. Principiul de funcționare.	A4. Identificarea fotodetectorilor. A5. Identificarea părților constructive ale diferitor detectori fotoelectrici A6. Determinarea parametrilor detectoarelor optice A7. Alegerea tipului de detector optic pentru elaborarea dispozitivelor electronice A8. Precizarea proceselor fizice care stau la baza funcționării fotodetectorilor

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
3. Fibra optică		
UC4. Semnificația parametrilor fibrelor optice și utilizarea în aplicații a parametrilor de catalog ai fibrelor optice. UC5. Cunoașterea principalelor componente ale unui sistem de comunicații prin fibre optice	3.1 Propagarea luminii prin fibra optică. Unghiul de acceptanță și conul de acceptanță. 3.2 Configurații tipice de fibre optice. 3.3 Sisteme de comunicație pe fibră optică.	A9. Distingerea funcției fibrei optice A10. Identificarea avantajelor fibrelor optice A11. Determinarea tipurilor de fibre optice A12. Analizarea comparativă a parametrilor pentru diferite tipuri de cabluri optice utilizate în telecomunicații.

VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr. crt.	Unități de învățare	Numărul de ore			
		Total	Contact direct		Lucrul individual
			Prelegeri	Practică/ Proiect/Laborator	
1.	Surse de iradiere optică	34	20	2	12
2.	Detectori fotoelectrici	38	18	10	10
3.	Fibra optică	18	6	4	8
	Total	90	44	16	30

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
1. Surse de iradiere optică			
1.1 Marcarea diodelor laser și diodelor electroluminiscente, fotorezistoarelor, fotodiodelor, fototranzistoarelor.	1.1 Fișa cu caracteristicile de marcarea surselor de radiație optică și fotodetectorilor	Prezentare în scris sub formă de tabel format A4, 2-3 pagini.	Săptămâna 2

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
1.2 Parametrii diodelor electroluminiscente 1.3 Parametrii diodei laser. Eficiența diodei laser.	Studiul de caz Probleme	Demonstrarea rezultatelor obținute	Săptămâna 4
2. Detectori fotoelectrici			
2.1 Caracteristicile fotodiodelor	Probleme	Demonstrarea rezultatelor obținute	Săptămâna 6
2.2 Zgomotul traductorilor electro-optici utilizați în optoelectronică	Probleme	Demonstrarea rezultatelor obținute	Săptămâna 9
2.3 Etapele proiectării modului optoelectronic de emisie și recepție. Calculul sensibilității la recepție.	Studiu de caz Probleme	Prezentarea și demonstrarea calculelor obținute.	Săptămâna 10
3. Fibra optică			
3.1 Joncționarea fibrelor optice. Conectorii fibrelor optice	Studiul de caz	Demonstrarea rezultatelor obținute	Săptămâna 12
3.2 Domenii de aplicare a dispozitivelor optoelectronice	Scheme Prezentări	Demonstrarea rezultatelor obținute	Săptămâna 14

VIII. Lucrările practice / de laborator recomandate

- 1 Cercetarea diodei luminiscente.
- 2 Cercetarea fotorezistorului.
- 3 Cercetarea fotodiodei.
- 4 Determinarea sensibilității fotodiodei p-i-n a unui receptor optic.
- 5 Influența zgomotului asupra semnalului în fotodioda p-i-n.
- 6 Câștigul optim în fotodioda de avalanșă.
- 7 Sisteme de comunicații optice cu fotodioda p-i-n și fotodioda cu avalanșă la recepție
- 8 Sistem de comunicații prin fibre optice.

X. Sugestii metodologice

Locul de desfășurare a activităților de învățare se recomandă a fi o sală echipată cu o tablă interactivă, conexiune la Internet – pentru îmbunătățirea instruirii interactive. La lecțiile practice este necesar să existe un număr de stații de lucru egal cu numărul elevilor din clasă. Se propune utilizarea metodelor de predare-învățare activ-participative, printre avantajele cărora putem enumera următoarele:

Sunt centrate pe elev și activitate;

Pun accent pe dezvoltarea gândirii, formarea aptitudinilor și a deprinderilor;

încurajează participarea elevilor, inițiativa, implicarea și creativitatea;

determină un parteneriat profesor-elev prin realizarea unei comunicări multidirecționale;

Se recomandă orientarea către metode bazate pe rezolvarea unor sarcini de lucru, utilizându-se cu precădere rezolvarea unei game cât mai variate de aplicații practice și punându-se accent pe realizarea cu exactitate și la timp a cerințelor sarcinilor de lucru. Realizarea proiectelor în cadrul activităților practice va urmări dezvoltarea abilităților de lucru în echipă.

Se vor alege cele mai potrivite metode didactice: descoperire, discuția în grup, dezbateră/masa rotundă, studiul de caz, observația individuală. Specificul modulului impune metode didactice interactive, recomandând mai ales învățarea prin metode practice/activități de laborator, proiecte, portofoliul electronic. În activitățile individuale, accentul se va pune pe studiere, analiza și sistematizarea materialului teoretic și practic în scopul îndeplinirii sarcinilor de lucru individual. Acestea vor fi prezentate în formă de portofolii, proiecte, sarcini specifice etc.

XI. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale

Evaluarea competențelor profesionale se va realiza prin intermediul sarcinilor practice pe parcursul unităților de învățare.

Activitățile de evaluare vor fi orientate spre motivarea elevilor în obținerea unui feedback continuu. Acestea le vor permite să intervină în procesul propriu de învățare, să se autoevalueze, să evidențieze succesele și insuccesele.

Pentru a eficientiza procesele de evaluare, înainte de a demara evaluările, cadrul didactic va aduce la cunoștința elevilor tematica lucrărilor și modul lor de realizare.

Evaluarea curentă/formativă se va realiza prin diverse modalități: observarea comportamentului elevului, analiza rezultatelor activității elevului, discuția/conversația, prezentarea proiectelor individuale de activitate. Prin evaluarea curentă/formativă, cadrele didactice informează elevul despre nivelul de performanță; îl motivează să se implice în dobândirea competențelor profesionale.

Evaluarea sumativă se realizează la finele fiecărei unități de învățare în baza simulării în atelier a unei situații de problemă, care solicită elevului demonstrarea competenței profesionale. Cadrele didactice vor elabora sarcini prin care vor orienta comportamentul profesional al elevului spre demonstrarea sistemului de cunoștințe și abilități. În acest scop vor fi stabiliți clar indicatorii și descriptorii de performanță ai procesului și produsului realizat de către elev.

Probe de evaluare a competențelor, în baza situațiilor de problemă la viitoarele locuri de muncă:

- determinarea parametrilor surselor și detectoarelor optice;
- alegerea surselor de radiație optică și a fotodetectorului;
- testarea și configurarea unui sistem de transmisie prin fibră optică;
- prestarea serviciilor corespunzătoare

În calitate de produse pentru măsurarea competenței se vor utiliza, după caz:

- surse de emisie optică și detectoare optice;
- secvențe de scheme, reperele și componentele din emițătoarelor și receptoarelor optice conform cerințelor.

Criteriile de evaluare a produselor pentru măsurarea competenței vor include:

- corespunderea specificațiilor tehnice;
- productivitatea muncii;
- respectarea cerințelor ergonomice;
- respectarea cerințelor de securitate la locul de muncă;
- claritatea și coerența rapoartelor tehnice întocmite.

XII. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii

Nr. crt.	Denumirea resursei	№ (buc.)
1.	Calculatoare conectate la rețeaua globală Internet.	1/3 elevi
2.	OptiPerformer 12 64-bit Edition (Windows XP/VISTA/7/8).	1/3 elevi
3.	Optisystem (Windows XP/VISTA/7/8).	1/3 elevi
4.	Diode electroluminiscente	1/2elevi
5.	Fotodiode	1/2 elevi
6.	Multimetru	1/3 elevi
7.	Surse de tensiune continuă în comutație	1/3 elevi
8.	Fluxometru	1/3 elevi
9.	Surse de lumină	1/3 elevi

XIII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa	Numărul de exemplare disponibile
1.	S. Şişianu, T. Şişianu, O. Lupan – Comunicații prin fibre optice/ Ed. Tehnica-Info, Chișinău 2003	Biblioteca	10
2.	N. Bejan, V. Morozova, S. Gangan, - Optoelectronica. Surse de iradiere optică. Note de curs, partea întâi. Chișinău, Editura "Tehnica-UTM", 2018.	Biblioteca	2
3.	N. Bejan, V. Morozova, S. Gangan, - Optoelectronica. Fotodetectori. Note de curs, partea doi. Chișinău, Editura "Tehnica-UTM", 2018.	Biblioteca	2
4.	Sorin Constantin Zamfira, - Optoelectronica. Editura Universității „Transilvania” Brașov, 2004	Biblioteca	1