



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

Aprobat de:

Consiliul metodic științific al Centrului de Excelență în Energetică și Electronică

Director

Vasile VRINCEANU
Vasile VRINCEANU



17 Aprilie 2017

**Curriculumul modular
S.08.O.025 Tehnologia de construcție a aparatajului
electronic**

Specialitatea: 71420 Automatizarea proceselor tehnologice

Calificarea: 311411 Tehnician automatizare a proceselor de producție

Chișinău 2017

Curriculumul a fost elaborat în cadrul Proiectului *EuropeAid/133700/C/SER/MD/12*
"Asistență tehnică pentru domeniul învățământ și formare profesională
în Republica Moldova",
implementat cu suportul financiar al Uniunii Europene



Autori:

Ursu Valeriu Cadru didactic

Iurie Țarălungă **cadru didactic, grad didactic întâi**

Aprobat de:

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

Director

Vasile VRÎNCEANU



27 Aprilie 2017

Recenzenți:

1. Alexandru Corețchi, Administrator NET&PULS SRL.
2. Denis Țapotei, șef secție "Automatică și aparate de măsură și control" Fabrica S.A. "Bucuria"

Adresa Curriculumului în Internet:

Portalul național al învățământului profesional tehnic

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

Cuprins

<i>I. Preliminarii</i>	4
<i>II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională</i>	4
<i>III. Competențele profesionale specifice modulului</i>	5
<i>IV. Administrarea modulului</i>	5
<i>V. Unitățile de învățare</i>	5
<i>VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare</i>	9
<i>VII. Studiu individual ghidat de profesor</i>	9
<i>VIII. Lucrările practice recomandate</i>	10
<i>IX. Sugestii metodologice</i>	11
<i>X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale</i>	12
<i>XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii</i>	13
<i>XII. Resursele didactice recomandate elevilor</i>	13

I. Preliminarii

Realizarea unui învățământ profesional de calitate în contextul realităților socio-economice actuale impune o nouă abordare a procesului de învățământ, care vizează formarea la elevi a unui sistem de competențe necesare pentru integrarea pe piața muncii și pentru învățarea pe parcursul întregii vieți.

Prezentul curriculum reprezintă un document normativ-reglator și constituie reperul conceptual de formare profesională, care specifică finalitățile de învățare și descrie condițiile de formare a competențelor profesionale pentru instruirea inițială la specialitatea 71420. "Automatică și informatică" și e prevăzută pentru 60 ore.

Curriculumul este destinat cadrelor didactice din învățământul profesional secundar, autorilor de manuale și materiale didactice, factorilor de decizie și părinților. Cadrele didactice vor utiliza curriculumul pentru proiectarea, realizarea și evaluarea demersului didactic pentru formarea profesională la specialitatea 71420. "Automatică și informatică" .

Curriculumul modular "**Tehnologia de construcție a aparatajului electronic,**" este unul din modulele fundamentale în pregătirea specialiștilor din domeniul tehnicii electronice moderne și este destinat, atât pentru formarea erudiției de tehnician cat și pentru asimilarea cunoștințelor speciale în domeniu. Studiarea acestui modul se bazează pe cunoștințele elevilor acumulate în cadrul unitarilor de curs:

- Fundamentale:
 - F.01.O.009 Materiale și componente pasive
 - F.02.O.010 Electrotehnica
 - F.03.O.11 Măsurări electrice și electronice
 - F.04.O.012 Dispozitive electronice și microelectronice
 - F.06.O.014 Analiza și sinteza circuitelor numerice
- De specialitate
 - S.05.O.018 Electronica industrială I
 - S.06.O. 019 Electronica industrială II
 - S.07.O022 Proiectare asistată la calculator

Curriculumul cuprinde următoarele unități de conținut:

- Asigurarea regimurilor termice în echipamentul electronic al sistemelor automatizate
- Eroarea proceselor tehnologice
- Fiabilitatea echipamentul electronic al sistemelor automatizate
- Tehnologia cablajelor imprimate.
- Tehnologia asamblării aparatajului electronic.

Prezentările sunt simple, plecând de la experimente fundamentale și se completează cu formule matematice care asigura suportul științific al raționamentelor.

II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională

Piața muncii, în conformitate cu schimbările sociale actuale, cu progresul științific din diverse domenii, determină orientări conceptuale noi în sistemul de învățământ profesional tehnic secundar. Convingerea asupra eficienței noii modalități de formare profesională este consolidată și de către bunele practici ale altor state.

Atât nivelul de calificare, cât și specificul activității profesionale, a cărei esență constă în rezolvarea sarcinilor sau realizarea lucrărilor specifice, scot în evidență necesitatea deținerii unui sistem de competențe, a căror formare și demonstrare în procesul de instruire, garantează calitatea activității pe piața muncii.

Evoluția domeniului de formare profesională la nivelul profesional tehnic secundar,

dezvoltarea științelor educației și promovarea în contextul acestora a noilor paradigme (centrarea pe cel ce învață, centrarea pe competențe, constructivismul), dezvoltarea tehnologiilor în domeniul profesional respectiv, au conturat necesitatea schimbării concepției de formare profesională. Progresele societății moderne sunt legate fără îndoială de performanțele tehnologiilor moderne, de creșterea randamentelor tuturor activităților ce concurează la asigurarea vieții pe Pământ. În acest sens, trebuie remarcat că abordarea științifică a problemelor fiabilității sta la baza tuturor dispozitivelor electronice. Fabricația a unui nou produs rezulta - sau ar trebui să rezulte, din recunoașterea faptului că există - sau va exista în timp rezonabil, cel puțin un beneficiar capabil să achiziționeze produsul în condiții care să amortizeze investiția și să asigure profit consistent. Aceasta este condiția "sine qua non" a producției capitaliste, care asigură progresul în toate domeniile activității umane. Existența acestei condiții se determină prin studii de piață (marketing), solicitări ale unor potențiali beneficiari, prin intuiția unei persoane cu putere de decizie etc.

III. Competențele profesionale specifice modului

Competențe profesionale specifice modului sânt:

- CS1. Selectarea regimurilor termice în echipamentul electronic al sistemelor automatizate.
- CS2. Utilizarea metodelor de diminuare a toleranței proceselor tehnologice.
- CS3. Asigurarea fiabilității echipamentul electronic al sistemelor automatizate.
- CS4. Respectare tehnologiei cablajelor imprimate.
- CS5. Utilizarea tehnologiei de asamblare a aparatului electronic.

IV. Administrarea modului

Semestrul	Numărul de ore				Modalitatea de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct		Lucrul individual		
		Prelegeri	Practică/ Seminar			
VIII	60	30	10	20	Examen	2

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. Asigurarea regimurilor termice în echipamentul electronic al sistemelor automatizate		
<i>UC1.</i> Selectarea regimurilor termice în deservirea tehnică a echipamentul electronic al	<ul style="list-style-type: none"> - Câmp de temperatură. Regim termic - Transmiterea căldurii prin conducție 	<ul style="list-style-type: none"> A1. Identificarea câmpului de temperatură. A2. Distingerea mecanismului

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
sistemelor automatizate cu diverse regimuri termice.	<ul style="list-style-type: none"> - Transmiterea căldurii prin convecție - Transmisia căldurii prin radiație termică - Caracteristicile termice ale radiatoarelor - Caracteristica termică globală a radiatorului 	<p>transmitere a căldurii.</p> <p>A3. Diagnosticarea caracteristicilor termice ale echipamentul electronic a sistemelor automatizate.</p> <p>A4. Utilizarea mijloacelor de asigurare a regimurilor termice în echipamentul electronic al sistemelor automatizate</p> <p>A5. Aplicarea radiatoarelor în asigurarea regimurilor termice în echipamentul electronic al sistemelor automatizate</p>
2. Erori în procese tehnologice		
UC2. Utilizarea metodelor de diminuare a toleranței în diagnosticarea echipamentul electronic	<ul style="list-style-type: none"> - Noțiune de toleranță a procesului tehnologic - Clasificarea toleranțelor ale proceselor tehnologice. - Repartițiile de distribuire a parametrilor tehnologici. - Metode de 	<p>A6. Identificarea toleranței a procesului tehnologic.</p> <p>A7. Distingerea operațiunii tehnologice cu toleranța nefavorabilă.</p> <p>A8. Exercițarea controlului asupra factorilor cu</p>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	optimizare a toleranțelor ale proceselor tehnologice	A9. pondere sporită în valoarea toleranței. Aplicarea metodelor de optimizare a toleranțelor ale proceselor tehnologice
3. Fiabilitatea echipamentului electric și electronic al sistemelor automatizate		
UC3. Asigurarea fiabilității în exploatarea echipamentului electronic al sistemelor automatizate ținând cont de parametrii de fiabilitate.	<ul style="list-style-type: none"> - Indicatori de Fiabilitate - Limitele indicatorilor de fiabilitate - Încercări de fiabilitate - Legi de distribuție - Încercări de fiabilitate - Teste pentru identificarea legii de distribuție (hârtii de probabilitate). - Tipuri de fiabilitate. 	A10. Identificarea indicatorilor de fiabilitate A11. Distingerea legii de distribuție. A12. Aplicarea metodelor de calcul a parametrilor de fiabilitate A13. Utilizarea mijloacelor de asigurare a fiabilității. A14. Exercițarea controlului asupra parametrilor de fiabilitate.
4. Tehnologia cablajelor imprimate.		
UC4. Respectare tehnologiei cablajelor imprimate în deservirea utilajului electronic.	<ul style="list-style-type: none"> - Caracteristici tehnologice ale cablajelor imprimate - Schițarea cablajului imprimat - Tehnologii substructive de fabricare a cablajelor 	A15. Identificarea caracteristicilor tehnologice ale cablajelor imprimate. A16. Aplicarea normelor tehnologice în schițarea cablajelor imprimate. A17. Utilizarea

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	<p>imprimare</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aspecte tehnologice privind pregătirea componentelor pentru poziționarea și lipirea lor pe cablajul imprimat - Metodele de sudare a componentelor pe cablaje imprimate. - Verificarea plăcii de cablaj imprimat, neechipată. - Verificarea plăcii de cablaj imprimat, echipată cu componente. 	<p>metodelor de sudare al componentelor pe cablaje imprimate</p> <p>A18. Exercițarea controlului calității montării.</p> <p>A19. Diagnosticarea cablajelor imprimate.</p>
5. Tehnologia asamblării aparatajului electronic.		
<p>UC5. Utilizarea tehnologiei aparatajului electronic la testarea și reglare.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Clasificarea conexiunilor mecanice - Conexiune prin conectoare - Conectare fără de conectoare - Sudarea conexiunilor mecanice. - Utilaj automat pentru asamblare. - Module flexibile de producere pentru asamblare și montaj. - Antrenarea tehnologică și testarea. 	<p>A20. Identificarea tipului de conexiune.</p> <p>A21. Utilizarea utilajului automat pentru asamblare.</p> <p>A22. Aplicarea sudurii la conexiuni mecanice.</p> <p>A23. Exercițarea reglării modulelor flexibile de producere pentru asamblare și montaj</p> <p>A24. Diagnosticarea aparatajului electronic.</p> <p>A25.</p>

VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr. crt.	Unități de învățare	Numărul de ore			
		Total	Contact direct		Lucrul individual
			Prelegeri	Practică/ Seminar	
1.	Asigurarea regimurilor termice în echipamentul electronic al sistemelor automatizate.	10	4	2	4
2.	Toleranța proceselor tehnologice.	6	2		4
3.	Fiabilitatea echipamentul electronic al sistemelor automatizate.	34	16	6	12
4.	Tehnologia cablajelor imprimate.	6	4	2	
5.	Tehnologia asamblării aparatajului electronic.	4	4		
	Total	60	30	10	20

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
1. Asigurarea regimurilor termice în echipamentele electronice al sistemelor automatizate			
Tema1.1 Răcirea echipamentul electronic prin convecție	Machetă funcțional	Verificarea machetului.	4 ore
Tema1.2 Răcirea echipamentul electronic prin iradiere.	Machetă funcțional	Verificarea machetului.	4 ore
2.Toleranța proceselor tehnologice			
Tema 2.1 Toleranța ca urmare a uzării utilajului tehnologic.	Studiu de caz.	Prezentare PowerPoint	4 ore

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
Tema 2.2 Influența factorilor externi asupra toleranței proceselor tehnologice.	Studiu de caz.	Prezentare PowerPoint	4 ore
Tema 3.1 Calcularea fiabilității sistemului cu elemente conectate în serie.	Probleme rezolvate.	Prezentare lucrării scrise.	4 ore
Tema 3.2 Calcularea fiabilității sistemului cu elemente conectate în paralel	Probleme rezolvate.	Prezentare lucrării scrise.	4 ore
Tema 3.3 Calcularea fiabilității sistemului cu elemente conectate combinat.	Probleme rezolvate.	Prezentare lucrării scrise.	4 ore
Tema 3.4 Metode de sporire a fiabilității.	Probleme rezolvate.	Prezentare lucrării scrise.	4 ore
Tema 3.5 Calcularea parametrilor de bază a fiabilității.	Probleme rezolvate.	Prezentare lucrării scrise.	4 ore
Tema 3.6 Programarea fiabilității la etapa proiectării echipamentului electronic al sistemelor automatizate.	Probleme rezolvate.	Prezentare lucrării scrise.	4 ore

VIII. Lucrările practice recomandate

1. Determinarea puterii termice degajată.
2. Calcularea factorului de sarcină a elementelor după schema de principiu.
3. Elaborarea cablajului imprimat bilateral.
4. Asamblarea dispozitivului electronic cu conectoare în 2 rânduri.
5. Depistare defectelor simulate în MULTISIM.

IX. Sugestii metodologice

Pentru facilitarea procesului de asimilare de către elevi a cunoștințelor cu caracter practic, aplicativ și dezvoltarea abilităților în activitățile de predare-învățare în cadrul cursului **“Tehnologia de construcție a aparatajului electronic,,** se recomandă aplicarea eficientă a diverselor strategii didactice utilizând metode de explorare și acțiune, raportarea sarcinilor de învățare la situațiile reale, autentice celor din mediu de realizare a atribuțiilor de serviciu.

Ca și recomandare generală pentru realizarea orelor de dobândire a cunoștințelor teoretice și/sau faptice autorii curriculumului propun utilizarea următoarelor metode și tehnici tradiționale și interactive, pe unități de învățare după cum urmează:

- Asigurarea regimurilor termice în echipamentul electronic al sistemelor automatizate.: explicația, conversația, explicația, lectura manualului, algoritimizarea, Turul galeriei,
- Toleranța proceselor tehnologice: demonstrarea, observația, experimentul, modelarea, Graficul T, Mozaicul, etc.
- Fiabilitatea echipamentul electronic al sistemelor automatizate: instructajul, problematizarea, demonstrarea, explicația, lectura manualului,, simularea, Graficul T, Mozaicul, etc.
- Tehnologia cablajelor imprimate al sistemelor automatizate: instructajul, explicația, lectura manualului,, observația, experimentul, modelarea, simularea, Graficul T, Mozaicul, etc.
- Tehnologia asamblării aparatajului electronic al sistemelor automatizate instructajul, demonstrarea, experimentul, modelarea, explicația, lectura manualului, etc.

Pentru realizarea lecțiilor practice se propune axarea pe scopuri de formare și autoformare a competențelor specifice disciplinei, dezvoltarea dexterității în utilizarea aparatelor electrice. Se vor aplica preponderent metode și tehnici bazate pe modelare, simulare, instruire programată, etc.

Organizarea procesului didactic centrat pe elev având în vedere adaptarea demersului educațional la particularitățile personale a elevului în actul de formare profesională, se va realiza prin sarcini propuse pentru studiu individual ghidat de profesor: studiu de caz, instruire asistată de calculator, vizite de studiu, etc.

Dirijarea procesului de formare a competențelor specifice unității de curs se va realiza într-un mod dinamic și flexibil, bazat pe feedback. Flexibilitatea procesului de învățământ va determina aspectul procesual al instruirii, incluzând varietatea metodelor și mijloacelor de instruire, integrarea metodelor tradiționale și a celor

moderne, individualizarea activității elevilor. Cadrul didactic este în drept să aleagă calea de parcurs oferind elevilor posibilități reale de a fi responsabili de rezultatele învățării.

X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale

Evaluarea nivelului de dezvoltare a competențelor specifice unității de curs se va realiza pe baza cerințelor învățământului centrat pe elev. Se vor utiliza diverse forme, tehnici și instrumente de evaluare care vor determina nivelul de progres al elevului. Pentru sporirea gradului de obiectivitate în procesul de evaluare, pentru probele propuse elevilor, sunt oferite criteriile privind nivelul de performanță în dezvoltarea competențelor specifice.

Evaluarea curentă/formativă. Importanța majoră constituie componenta formativă și formatoare a procesului de predare-învățare asigurând progresul în formarea competențelor specifice. Instrumentele utilizate în acest scop sunt: observarea comportamentului elevului în realizarea sarcinilor individuale și în grup, deschiderea spre învățare prin cooperare, conversație, completarea fișelor, etc.

Evaluarea formativă se va realiza inclusiv prin susținerea individuală a dărilor de seamă pentru lucrările de laborator/practice efectuate în baza rezultatelor obținute în procesul de realizare a următoarelor produse:

- Machetă funcțional cu realizarea răcirii forțate.
- Machetă funcțional cu realizarea răcirii prin iradiere
- Machetă funcțional cu realizarea răcirii prin convecție.
- Cablaj imprimat bilateral.
- Cablaj imprimat pentru componente SMD.
- Machetă funcțional cu realizarea circuitului de redondanță.
- Machetă funcțional cu realizarea circuitului de redondanță dublă.

Criteriile de evaluare a produselor pentru măsurarea competenței profesionale vor include:

- Corespunderea specificațiilor tehnice;
- Productivitatea muncii;
- Respectarea cerințelor ergonomice;
- Respectarea cerințelor de securitate la locul de muncă;
- Claritatea și coerența rapoartelor tehnice întocmite;
- Corectitudinea interacțiunii cu colegii și superiorii;
- Corectitudinea interacțiunii cu utilizatorii.

Evaluarea sumativă. Periodic, de regulă după încheierea procesului de predare-învățare a unei unități de învățare, se vor organiza evaluări sumative. Autorul

curriculumului propune utilizarea testelor docimologice elaborate pe baza matricei de specificare. Evaluarea sumativă se aplică pentru determinarea abilității fiecărui elev, cu scopul de a analiza cât de aproape elevul este fața de finalitățile preconizate. Se realizează o analiză individuală pentru fiecare elev și se recomandă dezvoltarea continuă a competențelor specifice pentru a asigura un progres până la evaluarea finală.

Evaluarea finală. În conformitate cu Planul de învățământ aprobat pentru specialitatea 71420 Automatizarea proceselor tehnologice, unitatea de curs **“Tehnologia de construcție a aparatajului electronic,,** acordă elevului 3 credite din totalul creditelor corespunzător programului de formare profesională în baza susținerii cu succes a examenului. Autorii curriculumului recomandă efectuarea examenului oral. Pentru evaluarea abilității și atitudinii elevilor se vor alcătui subiecte cu sarcini practice realizate anterior și prezentate sub forma de algoritmizare a etapelor cu explicații de rigoare.

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii

Cerințe față de sălile de curs	
Pentru orele teoretice	Sala de curs dotată cu calculatoare.
Pentru orele de laborator	Laborator dotat cu standuri de lucru
Cerințe tehnice	
Standuri	Standuri funcționale compuse din circuite de curent continuu. (5 bucăți) Standuri funcționale compuse din circuite de curent alternativ. (5 bucăți)
Parametri tehnici minimi ale calculatorului	Procesor: 2 GHz Memorie operativă: 4 GB Unitate de stocare: 500 GB Afișaj și grafică: size: 22”, resolution: 1366x768 Network: Ethernet, 100 Mb
Aparate de măsură	Multimetre - 1/5 elev Termometru electronic- 1/5 elev

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa	Numărul de exemplare disponibile
1.	Pascu, A., Transferul termic în aparatele electronice, Editura Tehnică, București, 1995	Biblioteca	30
2.	Electronică aplicată cu circuite integrate analogice. Dimensionare, Editura de Vest, Timișoara, 1991	Biblioteca	30
3.	A.P., Koledob, L.A., Osnovî konstruirovania mikroelektronnoi apparaturî, Radio i sviazi, Moskva, 1981	Biblioteca	30
5.	Zhou W.X., Hsiung H. C., Fulton R. E., Yin F. X, CAD – Based analysis tools for electronic packaging design, Innovations in CAD/CAE integration in electronic packaging, Kohala, 1997	Biblioteca	30
6.	Agonafer, D., Free J. Arnold, Numerical modeling of an entire thermal conduction module using a thermal coupling methodology, MAYA Heat Transfer Technologies Limited (Canada)	Biblioteca	30
7	http://www.aplac.hut.fi/manual http://www.mayahtt.ca/maya/esc/papers/pinfin	Internet	