



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

"Aprob"

Directorul Centrului de Excelență în
Energetică și Electronică

M. Barladean
M. BARLADEAN
" 22 " noiembrie 2023

Curriculumul modular

S.07.O.022 Etalonarea și verificarea mijloacelor de măsurare

Programul de formare profesională: 71570 Metrologie și certificarea conformității

Calificarea: Tehnician metrolog

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 postsecundar nonterțiară



Autori:

Alisa MOȘNEAGA, cadru didactic, grad didactic superior, doctor, Î.P. CEEE


Cristina COCIERU, cadru didactic, grad didactic II, Î.P. CEEE

Ștefan CREȚU, cadru didactic, grad didactic superior, Î.P. CEEE

Aprobat de:

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

Director adjunct pentru instruire


Virgil BANTAȘ

" 22 " noiembrie 2023

Recenzenți:

1. Anatolii BESCUPCHII, director, Centrul de Metrologie Aplicată și Certificare
2. Ștefan Pinzari, Vice-director MetronLab S.R.L.

Adresa Curriculumului în Internet:

<https://ceee.md/programe-de-formare-profesionala/>

Cuprins

<u>I. Preliminarii</u>	4
<u>II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională</u>	4
<u>III. Competențele profesionale specifice modulului</u>	5
<u>IV. Administrarea modulului</u>	5
<u>V. Unitățile de învățare</u>	5
<u>VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare</u>	9
<u>VII. Studiu individual ghidat de profesor</u>	9
<u>VIII. Lucrările practice recomandate</u>	10
<u>IX. Sugestii metodologice</u>	11
<u>X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale</u>	12
<u>XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii</u>	13
<u>XII. Resursele didactice recomandate elevilor</u>	14

I. Preliminarii

Curriculumul modular la unitatea de curs **Etalonarea și verificarea mijloacelor de măsurare** este parte a programului de formare profesională la componenta de specialitate în conformitate cu Planul de învățământ aprobat de Ministerul Educației și Cercetării, numărul de înregistrare Nr.SC-44/22 din 26 iulie 2022, pentru **71570 Metrologie și certificarea conformității**, termenul de studii 4 ani, pentru calificarea **Tehnician metrolog**.

Unitatea de curs **Etalonarea și verificarea mijloacelor de măsurare** are ca obiectiv general pregătirea specialistului calificat capabil să efectueze diferite tipuri de verificări și etalonări a mijloacelor de măsurare, să asigure funcționalitatea eficientă a mijloacelor de măsurare legalizate în diferite domenii de activitate a agenților economici. Importanță majoră în realizarea obiectivului constă în asigurarea trasabilității și uniformității măsurărilor la locul de muncă. Pentru a dezvolta competențe specifice disciplinei este necesar ca elevul să posede cunoștințe și abilități acumulate în cadrul următoarelor unități de curs: Bazele metrologiei, Bazele standardizării, Studiul materialelor, Electrotehnica, Măsurări electrice și electronice, Toleranțe și ajustaje, Control dimensional , Metrologia aplicată.

Abilitățile formate urmează a fi folosite ulterior la studierea disciplinelor de profil și anume: Certificarea producției, Metrologia legală etc.

II. Motivația, utilitatea modului pentru dezvoltarea profesională

Precizia instrumentală este cea mai importantă caracteristică metrologică a mijloacelor de măsurare. Procesul de globalizare impune un sistem de măsurare unic, uniform și coerent. La nivel național, sistemul de măsurare reprezintă infrastructura tehnică care face posibilă obținerea măsurărilor exacte și de încredere, adecvate scopului din țară și acceptate internațional. Tehnicianul metrolog va executa verificări și etalonări asupra mijloacelor de măsurare cu scopul să nu depășească caracteristicile metrologice normate în obținerea rezultatelor exacte.

Unitatea de curs **Etalonarea și verificarea mijloacelor de măsurare** va dezvolta competența acțional - funcțională în identificarea, selectarea, cercetarea metodelor și mijloacelor de măsurare, utilizate în procesele de măsurare, determinarea caracteristicilor metrologice normate și statice a mijloacelor de măsurat în timpul operațiunilor de verificare, încercare.

Studierea acestui modul va contribui la valorificarea perspectivelor de dezvoltare profesională prin conștientizarea necesității de perfecționare continue, în special autoinstruirea în aplicarea mijloacelor de măsurare legalizate în cadrul proceselor de verificare și etalonare, aplicate la locul de muncă.

III. Competențele profesionale specifice modului

- CS1. Identificarea particularităților fundamentale în domeniul etalonării și verificării mijloacelor de măsurare;
- CS2. Utilizarea documentației tehnico-normativă în vederea verificării mijloacelor de măsură și control;
- CS3. Aplicarea metodelor de etalonare și verificare a mijloacelor de măsurare;
- CS4. Realizarea lucrărilor de verificări metrologice a mijloacelor de măsurare în scopul atestării legalității lor.

IV. Administrarea modului

Semestrul	Numărul de ore			Modalitatea de evaluare	Numărul de credite	
	Total	Contact direct				Lucrul individual
		Prelegeri	Practică/ Seminar			
VII	150	40	20	90	Examen	5

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. Esența și conținutul etalonării și verificării mijloacelor de măsurare		
UC1. Identificarea particularităților fundamentale în domeniul etalonării și verificării mijloacelor de măsurare.	1.1 Scopul și importanța etalonării și verificării mijloacelor de măsurare; 1.2 Organizații supreme în domeniul etalonării și verificării MM. Colaborări; 1.3 Etaloane. Clasificări și definiții; 1.4 Registrul Național al Etaloanelor unităților de măsură; 1.5 Documentația laboratoarelor de etalonări/verificări.	A1. Interpretarea termenilor de etalonare și verificare; A2. Stabilirea asemănarilor și deosebirilor dintre verificare și etalonare; A3. Identificarea organizațiilor și procedura de colaborare în domeniul etalonării și verificării MM; A4. Analiza direcțiilor de activitate a organizațiilor internaționale și

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
		<p>regionale de metrologie;</p> <p>A5. Caracterizarea și aprecierea valorică a Registrului Național al Etaloanelor unităților de măsură;</p> <p>A6. Selectarea mărimilor, mijloacelor de măsurare, în cadrul proceselor de măsurare, etalonare și verificare;</p> <p>A7. Distingerea etaloanelor și mijloacelor de măsurare după precizie și domenii de utilizare;</p>
2. Etalonări și verificări metrologice a mijloacelor de măsurare		
<p>UC2. Utilizarea documentației tehnico-normativă în vederea verificării mijloacelor de măsură și control;</p> <p>UC3. Aplicarea metodelor de etalonare și verificare a mijloacelor de măsurare;</p>	<p>2.1 Modul de elaborare, aprobare, înregistrare, conservare și utilizare a etaloanelor unităților de măsură;</p> <p>2.2 Organizarea și modul de efectuare a etalonării mijloacelor de măsurare;</p> <p>2.3 Organizarea și modul de efectuare a verificărilor</p>	<p>A8. Selectarea și crearea mijloacelor de măsurare ca etaloane după criteriile și categorii;</p> <p>A9. Întreținerea, utilizarea și prezentarea mijloacelor de măsurare la etalonare/verificare;</p> <p>A10. Utilizarea mijloacelor de măsurare în procese de verificări/etalonări pentru diferite domenii de activitate;</p> <p>A11. Alegerea corectă a metodelor de etalonare/verificare</p>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	<p>mijloacelor de măsurare;</p> <p>2.4 Metode de etalonare a mijloacelor de măsurare;</p> <p>2.5 Tipurile de verificări a mijloacelor de măsurare;</p> <p>2.6 Marcaje de verificare metrologică;</p> <p>2.7 Transmiterea unităților de măsură. Comparații interlaboratoare;</p> <p>2.8 Asigurarea condițiilor de referință la etalonări;</p> <p>2.9 Atestarea utilajului de încercări;</p>	<p>aplicate în operațiuni de măsurare, verificare și etalonare asupra MM;</p> <p>A13. Realizarea operațiilor necesare pentru etalonarea și verificarea MM;</p> <p>A14. itirea, aprecierea și întocmirea documentației asupra rezultatelor verificărilor/ Etalonărilor;</p> <p>A15. Determinarea caracteristicilor normate de exactitate a utilajului de încercări;</p> <p>A16. Distingerea marcajelor și mărcilor metrologice de verificare;</p>
3. Competențe a laboratoarelor de încercări, etalonări și verificări a MM		
<p>UC4. Realizarea lucrărilor de verificări metrologice a mijloacelor de măsurare în scopul atestării legalității lor.</p>	<p>3.1 Autorizarea laboratoarelor de etalonări și verificări metrologice ale mijloacelor de măsurare;</p> <p>3.2 Sistemul de acreditare a laboratoarelor de etalonări, verificări și încercări ale mijloacelor de măsurare;</p>	<p>A17. Identificarea competențelor tehnice pentru funcționarea laboratoarelor;</p> <p>A18. Stabilirea obligațiilor și drepturilor laboratoarelor de încercări, etalonări și verificări a MM;</p> <p>A19. Caracterizarea Sistemului de acreditare a laboratoarelor de metrologie.</p>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	<p>3.3 Aprobarea de model a mijloacelor de măsurare;</p> <p>3.4 Încercările metrologice de stat și aprobarea de model a mijloacelor de măsurare;</p> <p>3.5 Asigurarea metrologică a încercărilor produselor în scopul asigurării conformității;</p> <p>3.6 Modul de recunoaștere a rezultatelor încercărilor metrologice de aprobare de model și etalonărilor/verificărilor metrologice ale mijloacelor de măsurare.</p>	<p>A20. Identificarea tipurilor de documente normative utilizate în procesul de acreditare;</p> <p>A21. Stabilirea cerințelor laboratoarelor ce solicită acreditarea.</p> <p>A22. Distingerea activităților desfășurate pentru acordarea aprobării de model a mijloacelor de măsurare legale.</p> <p>A23. Elaborarea documentației necesare pentru acordarea aprobării de model;</p> <p>A24. Stabilirea condițiilor generale pentru asigurarea metrologică a încercărilor;</p> <p>A25. Determinarea erorii și reproductibilității rezultatelor încercărilor.</p> <p>A26. Identificarea condițiilor pentru recunoașterea rezultatelor încercărilor de aprobare de model și etalonărilor/verificărilor ale MM.</p> <p>A27. Aplicarea prevederilor documentelor</p>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
		normative în practică.

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.	Esența și conținutul etalonării și verificării mijloacelor de măsurare	26	10	-	16
2.	Etalonări și verificări metrologice a mijloacelor de măsurare	82	18	20	44
3.	Competențe a laboratoarelor de încercări, etalonări și verificări a mijloacelor de măsurare	42	12	-	30
	Total	150	40	20	90

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
1. Esența și conținutul etalonării și verificării mijloacelor de măsurare			
Cercetarea registrului de stat al mijloacelor de măsurare permise spre utilizare în Republica Moldova.	Date statistice	Prezentarea datelor statistice	Săptămâna 2
Scheme de transmitere a etaloanelor unităților de măsură	Scheme	Prezentarea schemelor	Săptămâna 3

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
pentru diverse domenii de activitate.			
2. Etalonări și verificări metrologice a mijloacelor de măsurare			
Organizarea și modul de elaborare a etaloanelor	Proiect	Prezentarea proiectului	Săptămâna 4
Normarea duratei lucrărilor de verificare metrologică	Fișe de cronometrare	Prezentarea fișelor	Săptămâna 5
Determinarea perioadei de verificare metrologică a mijloacelor de măsurare	Probleme	Prezentarea problemelor	Săptămâna 6
Declararea și prezentarea mijloacelor de măsurare la verificare	Programul de verificare a mijloacelor de măsurare	Prezentarea programului	Săptămâna 7
Cerințe față de marcajele metrologice și mărci metrologice de verificare. Construcția etichetelor autocolante.	Reprezentarea grafică	Prezentarea grafică	Săptămâna 8
3. Competențe a laboratoarelor de încercări, etalonări și verificări a mijloacelor de măsurare			
Întocmirea pachetului de documente necesar pentru acreditarea laboratoarelor de etalonări, verificări și încercări a mijloacelor de măsurare și control.	Pachet de documente	Prezentarea pachetului de documente	Săptămâna 9
Întocmirea pachetului de documente necesar pentru obținerea certificatului de aprobare de model a mijloacelor de măsurare.	Pachet de documente	Prezentarea pachetului de documente	Săptămâna 10

VIII. Lucrările practice/laborator recomandate

1. Etalonarea ampermetrelor;
2. Etalonarea voltmetrelor;

3. Verificarea metrologică a șublerelor;
4. Verificarea metrologică a micrometrelor de exterior;
5. Verificarea metrologică a raportoarelor mecanice;
6. Verificarea metrologică a ampermetrelor;
7. Verificarea metrologică a unui voltmetru prin metoda comparației;
8. Verificarea metrologică a unui ohmmetru prin metoda comparației;
9. Verificarea metrologică a wattmetrelor;
10. Măsurarea rezistenței prin metoda ampermetrului și voltmetrului.

IX. Sugestii metodologice

Abordarea instruirii centrate pe elevi prevede proiectarea și organizarea procesului educațional în contextul instruirii centrate pe formarea de competențe profesionale necesare pentru angajarea în câmpul muncii. Pornind de la această premiză, procesul de învățare în cadrul modulului **Etalonarea și verificarea mijloacelor de măsurare** trebuie să se axeze nu doar pe formarea de competențe, dar și pe capacitatea persoanei de a soluționa problemele de la locul de muncă, îmbunătăți procedee de lucru, colaborare eficientă cu colegii de lucru. În vederea realizării acestor obiective este necesar îmbinarea eficientă a metodelor cu mijloacele de formare. De aici reiese și importanța alegerii corecte a metodologiei corespunzătoare a fiecărei unități de conținut.

Prezentul curriculum, recomandă aplicarea preponderent a metodelor activ-participative în procesul de predare –învățare - evaluare pe unități de învățare, după cum urmează:

1. *Esența și conținutul etalonării și verificării mijloacelor de măsurare:* explicația, conversația, lectura ghidată, tehnicile video, problematizarea, demonstrarea, algoritimizarea, SINELG, Diagrama Venn, Graficul T, etc.
2. *Etalonări și verificări metrologice a mijloacelor de măsurare:* instructajul, problematizarea, demonstrarea, observația, experimentul, modelarea, simularea, Graficul T, Mozaicul, etc.
3. *Competențe a laboratoarelor de încercări, etalonări și verificări a mijloacelor de măsurare:* studiu de caz, experimentul, graficul T, modelarea, explicarea, demonstrarea cu mijloace de măsurare, etc.

Învățarea centrată pe elev este o abordare extinsă ce presupune înlocuirea prelegerilor cu învățarea activă, integrarea unor programe de învățare proprii și a unor situații de cooperare în grup, care în ultimă instanță îi oferă elevului responsabilitate pentru propriile progrese în educație. Profesorul poate deveni de exemplu: instructor, ghid, mentor, consultant, formator. Aplicarea metodelor de învățare diversificate duce la dezvoltarea creativității elevilor la obținerea produselor finite aplicate la locul de muncă.

Pentru realizarea lecțiilor practice se propune axarea pe scopuri de formare și autoformare a competențelor specifice disciplinei, dezvoltarea dexterității în utilizarea metodelor și mijloacelor de măsurare. 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 reprezintă o activitate complexă a procesului didactic, care permite evidențierea achizițiilor de cunoștințe și abilități de formare prin aplicarea probelor scrise, probelor orale și probelor practice. 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 competenței 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:

1. Etalonarea ampermetrelor;
2. Etalonarea voltmetrelor;
3. Verificarea metrologică a șublerelor;
4. Verificarea metrologică a micrometrelor de exterior;
5. Verificarea metrologică a raportoarelor mecanice;
6. Verificarea metrologică a ampermetrelor;
7. Verificarea metrologică a unui voltmetru prin metoda comparației;
8. Verificarea metrologică a unui ohmmetru prin metoda comparației;
9. Verificarea metrologică a wattmetrelor;
10. Măsurarea rezistenței prin metoda ampermetrului și voltmetrului.

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

- Prezentarea rezultatelor măsurărilor;
- Corespunderea specificațiilor tehnice;
- Productivitatea muncii;
- Respectarea cerințelor ergonomice;
- 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. Autorii curriculumului propun utilizarea testelor docimologice elaborate pe baza matricei de specificare. Se aplică pentru determinarea nivelului de cunoștințe factice pentru fiecare elev, cu scopul de a analiza cât de aproape elevul este față 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 programul de formare profesională **71570 Metrologie și certificarea conformității**, unitatea de curs **Etalonarea și verificarea mijloacelor de măsurare** acordă elevului 5 credite din totalul creditelor corespunzător programului de formare profesională în baza susținerii cu succes a examenului. Autorii curriculumului recomandă efectuarea examenului în formă scrisă. Subiectele pentru evaluarea cunoștințelor factice se vor îmbina eficient 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 proiector, mijloace de măsurat, placate, scheme, mulaje.
Pentru orele de laborator	Laborator dotat cu mijloace de măsurat, documente tehnice, standarde.
Cerințe tehnice	
Mijloace de măsurare	Șublere cu diferite clase de exactitate – 20 buc Micrometre cu diferite limite de măsurare - 20 buc

	<p>Truse de cale plan paralele - 10</p> <p>Truse de cale unghiulare - 5</p> <p>Raportoare mecanice – 10 buc</p> <p>Ampermetre -10 buc</p> <p>Voltmetre – 10 buc</p> <p>Conductori electrici – 20 buc</p> <p>Ohmmetre analogice – 10 buc</p> <p>Wattmetre – 10 buc</p>
--	---

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. Crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa	Numărul de exemplare disponibile
1.	M. Buzdugan , C. Mărcuță, G. Sîrbu „Metrologie – teorie și practică”, Ed. TEHNICA- INFO, Chișinău, 2001.	Biblioteca/ Sala de lectură	5
2.	Regulamente generale de metrologie legală RGML	Fondul Național de Documente Normative în domeniul metrologiei https://inm.md/rus/fondul-national-de-documente-normative-in-domeniul-metrologiei-legale-1	
4.	SM ISO/IEC Ghid 98-3:2017 Incertitudine de măsurare. Partea 3: Ghid pentru exprimarea incertitudinii de măsurare (GUM:1995)	Fondul Național de Standarde	
5.	SR ISO 1000:2002-Ghid pentru unitățile de măsură. SR ISO 31-0:2004-Noțiuni generale de metrologie.	Biblioteca cabinetului	10

6.	G. Lichiardopol. Îndrumar pentru laboratorul tehnologic.	Biblioteca cabinetului	1
7.	P. Cociuba ș. a „Metrologia aplicată. Lucrări de laborator”. Editura economică 2001	Biblioteca / Sala de lectura	20
8.	A. Moșneaga. Indicații metodice pentru lucrări practice și de laborator	Biblioteca cabinetului	1
9.	SM EN ISO/IEC 17025:2018 – Cerințe generale pentru competența laboratoarelor de încercări și etalonări	Biblioteca cabinetului Fondul Național de Standarde	