



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
"23" septembrie 2022

Curriculumul disciplinar F.01.O.009 Bazele metrologiei

Programul de formare profesională: 71570 Metrologie și certificarea conformității

Calificarea: Tehnician metrolog

Chișinău 2022

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 nonterțială



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

" 23 " septembrie 2022

Recenzenți:

1. Anatolii Bescupchii, director, Centrul de Metrologie Aplicată și Certificare
2. Constantin Bordianu, Șef Direcție Metrologie Aplicată, Institutul Național de Metrologie

Adresa Curriculumului în Internet:

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

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>4</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>8</i>
<i>VIII. Lucrările practice recomandate</i>	<i>10</i>
<i>IX. Sugestii metodologice</i>	<i>10</i>
<i>X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale.....</i>	<i>11</i>
<i>XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii</i>	<i>12</i>
<i>XII. Resursele didactice recomandate elevilor.....</i>	<i>13</i>

I. Preliminarii

Curriculumul disciplinar la unitatea de curs **Bazele metrologiei** 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 **Bazele metrologiei** prevede studierea organizării activității de metrologie și importanța acesteia în asigurarea calității și conformității produselor, mărimile fizice și unitățile de măsură, erorile de măsurare, caracteristice proceselor de măsurare, forma de exprimare și procedura de evaluare a acestora, metodele și mijloacele de măsurare.

Studierea acestei unități de curs se bazează pe cunoștințele și abilitățile acumulate în cadrul următoarelor unități de curs:

- Fizică
- Desen tehnic
- Inițiere în specialitate

La rândul ei, servește ca bază pentru unitățile de curs din programul de formare profesională din componenta de specialitate, opțională, la liberă alegere, stagii de practică.

II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională

Unitatea de curs **Bazele metrologiei** va dezvolta competența acțional-funcțională în identificarea, selectarea, cercetarea metodelor și mijloacelor de măsurare . Totodată, în cadrul acestui curs este studiat cadrul legal din domeniul metrologiei și documentele normative caracteristice unităților de măsură, activității de verificare metrologică a mijloacelor de măsurare, condițiile de utilizare a mărcilor de verificare ș.a.

Cunoștințele și abilitățile dobândite vor facilita accesarea în cariera profesională conform calificării.

III. Competențele profesionale specifice modulului

- CS1. Identificarea particularităților fundamentale în domeniul metrologiei;
- CS2. Formarea deprinderilor practice de a utiliza și aplica metode și mijloace de măsurare;
- CS3. Determinarea erorilor de măsurare;

CS4. Implicarea personală în activitățile de verificare, reparare, încercare, montare, instalare a mijloacelor de măsurat.

IV. Administrarea modului

Semestrul	Numărul de ore				Modalitatea de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct		Lucrul individual		
		Prelegeri	Practică/ Seminar			
I	120	40	20	60	Examen	4

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut
1. Noțiuni generale de metrologie	
<i>UC1. Identificarea particularităților fundamentale în domeniul metrologiei:</i> – Stabilirea necesității activității metrologice; – Identificarea organizării actuale a metrologiei; – Descrierea legăturii metrologiei cu alte componente ale infrastructurii calității; – Clasificarea tipurilor de mărimi fizice; – Stabilirea necesității utilizării mărimilor și unităților de măsură standardizate; – Utilizarea factorilor de multiplicare ale unităților de măsură.	- Metrologia – știința despre măsurări - Organizarea actuală a metrologiei - Rolul metrologiei în dezvoltarea societății - Criterii de clasificare a mărimilor fizice. - Sisteme de mărimi fizice Standardizarea în domeniul mărimilor fizice și a unităților de măsură.
2. Metode și mijloace de măsurare	
<i>UC2. Formarea deprinderilor practice de a utiliza și aplica metode și mijloace de măsurare:</i> – Identificarea componentelor procesului de măsurare;	- Structura generală a unui mijloc de măsurare. - Procedura de măsurare. - Criterii de clasificare a mijloacelor de măsurare

Unități de competență	Unități de conținut
– Clasificarea metodelor de măsurare; – Explicarea rolului funcțional al componentelor mijloacelor de măsurare; – Descrierea operațiilor pregătitoare pentru utilizarea mijloacelor de măsurare; – Clasificarea mijloacelor de măsurare; – Delimitarea caracteristicilor metrologice ale mijloacelor de măsurare; – Schițarea schemelor de trasabilitate; – Interpretarea textului schemelor de trasabilitate;	- Caracteristici metrologice și tehnice ale mijloacelor de măsurare - Clasificarea metodelor de măsurare: metode directe și indirecte, metode de măsurare prin comparație. - Conținutul și stabilirea schemelor de trasabilitate, textul schemelor, forma de prezentare a desenului schemei de ierarhizare. Modul de citire a lor.
3. Erori de măsurare	
<i>UC3. Determinarea erorilor de măsurare:</i> – Identificarea surselor de erori; – Clasificarea erorilor; – Exprimarea matematică a erorilor – Precizarea modului de rotundire a rezultatelor măsurărilor; – Descrierea modului de propagare a erorilor a erorilor aliatoare și sistematice; – Utilizarea repartițiilor Gauss și Student în aprecierea erorilor aliatoare;	- Cauzele apariției erorilor de măsurare, factorii de influență. - Condiții de măsurare. - Clasificarea erorilor după forma de exprimare: erori absolute, erori relative și erori raportate. - Rotundirea rezultatelor măsurărilor. - Erori aliatoare și sistematice de măsurare. - Evaluarea erorilor după repartiția Gauss. - Modalitatea de evaluare a erorilor după repartiția Student
4. Activitatea de metrologie. Rolul ei în asigurarea calității și conformității produselor	
<i>UC4. Evaluarea importanței metrologiei:</i> – Caracterizarea bazei Sistemului Național de Metrologie; – aprecierea valorică a Legii Metrologiei; – Identificarea tipurilor de documente normative utilizate în activitatea de metrologie;	- Sistemul Național de Metrologie - Cadrul legal și normativ al activității de metrologie - Controlul metrologic al măsurărilor, al mijloacelor de măsurare, al produselor preambalate și sticlelor, forme de control metrologic. - Obligațiile persoanelor fizice și juridice în domeniul metrologiei

Unități de competență	Unități de conținut
– Distingerea tipurilor de control metrologic; – Diferențierea mărcilor de verificare metrologică; – Interpretarea criteriilor de calificare și modul de atestare a verificatorilor metrologi; – Analizarea direcțiilor de activitate a organizațiilor internaționale și regionale de metrologie; – Aprecierea rolului metrologiei în asigurarea calității și conformității produselor.	- Condiții de construcție și de mediu pentru laboratoarele de metrologie - Criterii de calificare și modul de atestare a verificatorilor metrologi Colaborarea internațională și regională în domeniul metrologiei

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.	Noțiuni generale de metrologie	15	7	-	8
2.	Metode și mijloace de măsurare	27	9	6	12
3.	Erori de măsurare	26	10	8	10
4.	Activitatea de metrologie. Rolul ei în asigurarea calității și conformității produselor	52	14	6	30
	Total	120	40	20	60

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
1. Noțiuni generale de metrologie			
1.1. Mărimi fizice. Clasificarea mărimilor fizice: -criterii de clasificare a mărimilor fizice; - mărimi active, pasive, aditive, neaditive, constante, variabile în timp, staționare, nestaționare etc.	Prezentare	Derularea prezentării	Săptămână 3
1.2. Standardizarea în domeniul mărimilor fizice și a unităților de măsură: - Apariția sistemelor de mărimi fizice; - unități fundamentale, derivate, suplimentare; - factori de multiplicare; - dimensiunea unităților de măsură	Prezentare	Derularea prezentării	Săptămână 4
Metode și mijloace de măsurare			
2.1. Clasificarea mijloacelor de măsurare	Prezentare	Derularea prezentării	Săptămână 5
2.2. Clasificarea metodelor de măsurare	Scheme	Prezentarea schemelor	Săptămână 6
2.3. Scheme de trasabilitate	Scheme	Prezentarea schemelor	Săptămână 7
3. Erori de măsurare			
3.1. Forme de exprimare matematică a erorilor de măsurare	Probleme	Prezentarea problemei	Săptămână 8

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
3.2. Evaluarea erorilor de măsurare. Repartiția normală (Gauss) a rezultatelor experimentale	Probleme	Prezentarea problemei	Săptămână 9
3.3. Evaluarea erorilor de măsurare. Repartiția Student a rezultatelor experimentale	Probleme	Prezentarea problemei	Săptămână 10
4. Activitatea de metrologie. Rolul ei în asigurarea calității și conformității produselor			
4.1 Activitatea metrologică în RM la etapa actuală	Studiu de caz	Prezentarea studiului	Săptămână 11
4.2 Controlul metrologic al statului: - Aprobarea de model a MM; - Autorizații metrologice asupra activităților de verificare, etalonare, vânzare, import etc	Scheme	Prezentarea schemelor	Săptămână 13
4.3 Criterii de calificare și modul de atestare a verificatorilor metrologi: - Cerințe pentru postul de control și verificare metrologică a MM; - Determinarea perioadei de verificare metrologică a MM; - Mărci metrologice de verificare; - Reguli de utilizare a mărcilor de verificare	Prezentare	Derularea prezentării	Săptămână 14

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
4.4. Colaborarea internațională și regională în domeniul metrologiei	Prezentare	Derularea prezentării	Săptămână 15

VIII. Lucrările practice recomandate

1. Măsurarea dimensiunilor cu șublerul
2. Măsurarea dimensiunilor cu micrometrul
3. Formarea blocurilor de cale plan paralele
4. Forme de exprimare a erorilor de măsurare
5. Calculul erorii aliate după distribuția Gauss
6. Calculul erorii aliate după distribuția Student
7. Criterii de excludere a erorilor grosolane
8. Verificarea șublerelor de diferite precizii
9. Verificarea micrometrelor de diferite precizii
10. Verificarea metrologică a unei rulete

IX. Sugestii metodologice

Pentru facilitarea procesului de asimilare de către elevi a cunoștințelor faptice și dezvoltarea abilităților în activitățile de predare-învățare în cadrul unității de cursul **Bazele metrologiei** 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:

- Noțiuni generale de metrologie: explicația, conversația, lectura sau munca cu manualul, tehnicile video, observația, demonstrarea, algoritmizarea, SINELG, Turul galeriei, Diagrama Venn, etc.
- Metode și mijloace de măsurare: instructajul, problematizarea, demonstrarea, observația, experimentul, modelarea, simularea, Graficul T, Mozaicul, etc.
- Erori de măsurare: instructajul, problematizarea, demonstrarea, observația, experimentul, modelarea, simularea, Graficul T, Mozaicul, etc.

- Activitatea de metrologie. Rolul ei în asigurarea calității și conformității produselor: instructajul, problematizarea, demonstrarea, observația, experimentul, modelarea, simularea, Graficul T, Mozaicul, etc.

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 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 criterii 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. Măsurarea dimensiunilor cu șublerul
2. Măsurarea dimensiunilor cu micrometrul
3. Formarea blocurilor de cale plan paralele
4. Forme de exprimare a erorilor de măsurare
5. Calculul erorii aliatoare după distribuția Gauss

6. Calculul erorii aliatoare după distribuția Student
7. Criterii de excludere a erorilor grosolane
8. Verificarea șublerelor de diferite precizii
9. Verificarea micrometrelor de diferite precizii
10. Verificarea metrologică a unei rulete

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

- Corespunderea specificațiilor tehnice;
- Productivitatea muncii;
- Respectarea cerințelor ergonomice;
- Claritatea și coerența rapoartelor tehnice întocmite;
- Corectitudinea interacțiunii cu colegii și superiori;
- 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 matricii de specificare. Se aplică pentru determinarea nivelului de cunoștințe faptice 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 **Bazele metrologiei** acordă elevului 4 credite din totalul creditelor corespunzător programului în baza susținerii cu succes a examenului. Autorii curriculumului recomandă efectuarea examenului în formă scrisă. Subiectele pentru evaluarea cunoștințelor faptice 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
Pentru orele de laborator	Laborator dotat cu mijloace de măsurare
Cerințe tehnice	

Mijloace de măsurare	Șublere de diferite precizii – 15 buc. Micrometre cu diferite domenii de măsurare – 15 buc Set de cale plan paralele – 5 Rigle metalice – 15 buc Rulete – 10 buc
-----------------------------	---

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa
1.	M. Buzduga, C. Mărcuță, G. Sîrbu „Metrologie – teorie și practică”, Ed. TEHNICA- INFO, Chișinău, 2001.	Biblioteca/ Sala de lectură
2.	A. Millea. Cartea metrologului, Ed. Tehnica, București, 1985.	Biblioteca CEEE/ Biblioteca cabinetului
3.	C. Mărcuță, M. Crețu „Măsurări electrice și electronice”. Vol I, Ed. TEHNICA- INFO, Chișinău, 2002.	Biblioteca/ Sala de lectură
4.	Da. Nica. Unități de măsură de la A la Z. Editura didactică și Pedagogică, București, 2003.	Biblioteca CEEE
5.	G. Lichiardopol. Îndrumar pentru laboratorul tehnologic. Clasa a X-a.	Biblioteca cabinetului
6.	S. C. Mirescu. Laboratorul tehnologic. Ed. Economica-Preuniversitaria, 2004	Biblioteca cabinetului
7.	A.Chiciuc, I. Sobor. Sistemul Internațional de unități. Ghid de utilizare. Chișinău, UTM, 2004.	https://utm.md/metrolog/manual_e/si.html
8.	A.Chiciuc, A. Corjan, Metrologie, Standardizare și Măsurări, Curs de lecții, Editura UTM, Chișinău, 2002.	https://utm.md/metrolog/manual_e/metrologie.html

9.	Legea Metrologiei nr. 19 din 04.03.2016, Publicat : 15.04.2016 în Monitorul Oficial Nr. 100-105 art Nr : 190.	#
10.	Fondul Național de Documente Normative în domeniul metrologiei legale	https://inm.md/rus/fondul-national-de-documente-normative-in-domeniul-metrologiei-legale-1