



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

**„Aprobat”**  
Directorul Centrului de Excelență în  
Energetică și Electronică,  
Vrînceanu  
2017

## **Curriculumul modular** **F.01.O.009 Bazele metrologiei**

**Specialitatea: 71570 Metrologie și certificarea conformității**

**Calificarea: Tehnician metrolog**

**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:**

Alisa MOȘNEAGA, lector universitar, Universitatea de Stat din Moldova.

Natalia ROȘCO, cadru didactic, grad didactic II, Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Mariana TRIPAC, cadru didactic, grad didactic II, Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

**Aprobat de:**

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

Director

Vasile VRÎNCEANU

*17 Aprilie* 2017



**Recenzenți:**

1. **Serghei CEAPA**, Vicedirector, Institutul Național de Metrologie.
2. **Constantin BORDIANU**, Șef Direcție Metrologie Aplicată, Institutul Național de Metrologie.

**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> .....	4
<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> .....	10
<i>VIII. Lucrările practice recomandate</i> .....	12
<i>IX. Sugestii metodologice</i> .....	12
<i>X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale</i> .....	13
<i>XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii</i> .....	14
<i>XII. Resursele didactice recomandate elevilor</i> .....	15

## I. Preliminarii

Curriculumul modular 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, numărul de înregistrare Nr.SC-11/16 din 08 iulie 2016, specialitatea **71570 Metrologie și certificarea conformității**, termenul de studii 4 ani, pentru calificarea **Tehnician metrolog**.

Cursul „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, caracteristicile proceselor de măsurare, forma de exprimare și procedura de evaluare a acestora, metodele și mijloacele de măsurare.

Studierea acestui modul 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. Utilizarea și aplicarea metodelor și mijloacelor de măsurare;
- CS3. Determinarea erorilor de măsurare și prezentarea rezultatelor măsurărilor

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	Abilități
<b>1. Noțiuni generale de metrologie</b>		
<i>UC1.</i> Identificarea particularităților fundamentale în domeniul metrologiei;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metrologia – știința despre măsurări.</li> <li>- Organizarea actuală a metrologiei.</li> <li>- Rolul metrologiei în dezvoltarea societății.</li> <li>- Criterii de clasificare a mărimilor fizice.</li> <li>- Sisteme de mărimi fizice.</li> <li>- Standardizarea în domeniul mărimilor fizice și a unităților de măsură.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A1. Identificarea necesității activității metrologice</li> <li>A2. Identificarea organizării actuale a metrologiei</li> <li>A3. Descrierea legăturii metrologiei cu alte componente ale infrastructurii calității</li> <li>A4. Distingerea tipurilor de mărimi fizice</li> <li>A5. Precizarea mărimilor și unităților de măsură standardizate</li> <li>A6. Stabilirea</li> </ul>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
		<p>necesității utilizării mărimilor și unităților de măsură standardizate</p> <p>A7. Utilizarea factorilor de multiplicare ale unităților de măsură</p>
<b>2. Metode și mijloace de măsurare</b>		
<p>UC2. Utilizarea și aplicarea metodelor și mijloacelor de măsurare;</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Structura generală a unui mijloc de măsurare.</li> <li>- Procedura de măsurare.</li> <li>- Criterii de clasificare a mijloacelor de măsurare.</li> <li>- Caracteristici metrologice și tehnice ale mijloacelor de măsurare.</li> <li>- Clasificarea metodelor de măsurare: metode directe și indirecte, metode de măsurare prin comparație.</li> <li>- Conținutul și stabilirea schemelor de trasabilitate, textul schemelor, forma de prezentare a desenului schemei de ierarhizare. Modul de citire a lor.</li> </ul>	<p>A8. Identificarea componentelor mijloacelor de măsurare</p> <p>A9. Precizarea mărimilor tehnice măsurabile cu aparate și instalații de măsurare</p> <p>A10. Selectarea mijloacele de măsurare necesare</p> <p>A11. Alegerea metodelor de măsurare</p> <p>A12. Explicarea rolului funcțional al componentelor mijloacelor de măsurare.</p> <p>A13. Realizarea operațiilor pregătitoare pentru utilizarea mijloacelor de măsurare</p> <p>A14. Explicarea procedurii de măsurare cu ajutorul diverselor mijloace de măsurare</p> <p>A15. Realizarea măsurărilor cu ajutorul mijloacelor</p>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
		<p>de măsurare</p> <p>A16. Delimitarea și descrierea caracteristicilor metrologice ale mijloacelor de măsurare</p> <p>A17. Schițarea schemelor de trasabilitate</p> <p>A18. Interpretarea textului schemelor de trasabilitate</p>
<b>3. Erori de măsurare</b>		
<p>UC3. Determinarea erorilor de măsurare și prezentarea rezultatelor măsurărilor</p>	<p>- Cauzele apariției erorilor de măsurare, factorii de influență.</p> <p>- Condiții de măsurare.</p> <p>- Clasificarea erorilor după forma de exprimare: erori absolute, erori relative și erori raportate.</p> <p>- Rotunjirea rezultatelor măsurărilor.</p> <p>- Erori aliatoare și sistematice de măsurare.</p> <p>- Evaluarea erorilor după repartiția Gauss.</p> <p>- Modalitatea de evaluare a erorilor după repartiția Student</p>	<p>A19. Identificarea surselor de erori</p> <p>A20. Precizarea tipurilor de erori</p> <p>A21. Exprimarea matematică a erorilor</p> <p>A22. Precizarea modului de rotunjire a rezultatelor măsurărilor</p> <p>A23. Descrierea modului de propagare a erorilor a erorilor aliatoare și sistematice</p> <p>A24. Utilizarea repartițiilor Gauss și Student în aprecierea erorilor aliatoare</p> <p>A25. Rezolvarea situațiilor și sarcinilor de problemă</p>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
<b>4. Activitatea de metrologie. Rolul ei în asigurarea calității și conformității produselor</b>		
<p>UC4. Implicarea personală în activitățile de verificare, reparare, încercare, montare, instalare a mijloacelor de măsurat.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemul Național de Metrologie</li> <li>- Cadrul legal și normativ al activității de metrologie</li> <li>- Controlul metrologic al măsurărilor, al mijloacelor de măsurare, al produselor preambalate și sticlelor, forme de control metrologic.</li> <li>- Obligațiile persoanelor fizice și juridice în domeniul metrologiei</li> <li>- Condiții de construcție și de mediu pentru laboratoarele de metrologie</li> <li>- Criterii de calificare și modul de atestare a verficatorilor metrologi</li> <li>- Colaborarea internațională și regională în domeniul metrologiei</li> </ul>	<p>A26. Caracterizarea bazei Sistemului Național de Metrologie</p> <p>A27. Caracterizarea și aprecierea valorică a Legii Metrologiei</p> <p>A28. Identificarea tipurilor de documente normative utilizate în activitatea de metrologie</p> <p>A29. Aplicarea prevederilor documentelor normative în practică</p> <p>A30. Distingerea tipurilor de control metrologic</p> <p>A31. Verificarea metrologică a mijloacelor de măsurare</p> <p>A32. Elaborarea documentației tehnice în baza verificării metrologice a mijloacelor de măsurare</p> <p>A33. Distingerea mărcilor de verificare metrologică</p> <p>A34. Interpretarea</p>



Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
		<p>criteriilor de calificare și modul de atestare a verficatorilor metrologi</p> <p>A35. Analizarea direcțiilor de activitate a organizațiilor internaționale și regionale de metrologie</p> <p>A36. Elaborarea studiilor de caz privind rolul metrologiei în asigurarea calității și conformității produselor</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.	Noțiuni generale de metrologie	15	7	-	8
2.	Metode și mijloace de măsurare	27	9	6	12
3.	Erori de măsurare	26	10	6	10
4.	Activitatea de metrologie. Rolul ei în asigurarea calității și conformității produselor	52	14	8	30
	<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>40</b>	<b>20</b>	<b>60</b>

## VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
<b>1. Noțiuni generale de metrologie</b>			
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	Săptămâna 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	Săptămâna 4
<b>Metode și mijloace de măsurare</b>			
2.1. Clasificarea mijloacelor de măsurare	Prezentare	Derularea prezentării	Săptămâna 5
2.2. Clasificarea metodelor de măsurare	Scheme	Prezentarea schemelor	Săptămâna 6
2.3. Scheme de trasabilitate	Scheme	Prezentarea schemelor	Săptămâna 7
<b>3. Erori de măsurare</b>			
3.1. Forme de exprimare matematică a erorilor de măsurare	Probleme	Prezentarea problemei	Săptămâna 8
3.2. Evaluarea erorilor de	Probleme	Prezentarea	Săptămâna

<b>Materii pentru studiul individual</b>	<b>Produse de elaborat</b>	<b>Modalități de evaluare</b>	<b>Termeni de realizare</b>
măsurare. Repartiția normală (Gauss) a rezultatelor experimentale		problemei	9
3.3. Evaluarea erorilor de măsurare. Repartiția Student a rezultatelor experimentale	Probleme	Prezentarea problemei	Săptămâna 10
<b>4. Activitatea de metrologie. Rolul ei în asigurarea calității și conformității produselor</b>			
4.1 Activitatea metrologică în RM la etapa actuală	Studiu de caz	Prezentarea studiului	Săptămâna 11
4.2 Controlul metrologic al statului: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprobarea de model aspra MM;</li> <li>- Autorizații metrologice asupra activităților de verificare, etalonare, vânzare, import etc.</li> </ul>	Scheme	Prezentarea schemelor	Săptămâna 13
4.3 Criterii de calificare și modul de atestare a verificatorilor metrologi: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cerințe pentru postul de control și verificare metrologică a MM;</li> <li>- Determinarea perioadei de verificare metrologică a MM;</li> <li>- Mărci metrologice de verificare;</li> <li>- Reguli de utilizare a mărcilor de verificare</li> </ul>	Prezentare	Derularea prezentării	Săptămâna 14
4.4. Colaborarea internațională și regională în domeniul metrologiei	Prezentare	Derularea prezentării	Săptămâna 15

## VIII. Lucrările practice/laborator recomandate

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

## IX. Sugestii metodologice

Pentru facilitarea procesului de asimilare de către elevi a cunoștințelor faptice și dezvoltarea abilităților în activitățile de predare-învățare în cadrul cursului de **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 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. Verificarea șublerelor de diferite precizii
5. Verificarea micrometrelor de diferite precizii
6. Verificarea metrologică a unei rulete
7. Forme de exprimare a erorilor de măsurare
8. Calculul erorii aliatoare după distribuția Gauss
9. Calculul erorii aliatoare după distribuția Student.
10. Criterii de excludere a erorilor grosolane

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 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 specialitatea **71570 Metrologie și certificarea conformității**, unitatea de curs **Bazele metrologiei** acordă elevului 4 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

<b>Cerințe față de sălile de curs</b>	
<b>Pentru orele teoretice</b>	Sala de curs dotată cu proiector
<b>Pentru orele de laborator</b>	Laborator dotat cu mijloace de măsurare
<b>Cerințe tehnice</b>	
<b>Mijloace de măsurare</b>	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. Buzdugan, C. Mărcuță, G. Sîrbu „Metrologie – teorie și practică”, Ed. TEHNICA- INFO, Chișinău, 2001.	Biblioteca/ Sala de lectură
2.	C. Mărcuță, M. Crețu „Măsurări electrice și electronice”. Vol. I, Ed. TEHNICA- INFO, Chișinău, 2002.	Biblioteca/ Sala de lectură
3.	Dan Nica. Unități de măsură de la A la Z. Editura didactică și Pedagogică, R. A București, 2003.	Biblioteca CEEE
5.	1. G. Lichiardopol. Îndrumar pentru G. Lichiardopol. Îndrumar pentru laboratorul tehnologic. Clasa a X-a.	Biblioteca cabinetului
6.	Silviu Cristian Mirescu. Laboratorul tehnologic. Ed. Economica – Preuniversitara, 2004	Biblioteca cabinetului
7.	Legea Metrologiei nr. 19 din 04.03.2016, Publicat : 15.04.2016 în Monitorul Oficial Nr. 100-105 art. Nr : 190.	<a href="http://www.justice.md">www.justice.md</a>
8.	<a href="http://www.metrologie.md">www.metrologie.md</a> <a href="http://www.standardizare.md">www.standardizare.md</a> <a href="http://www.cmac.md">www.cmac.md</a> <a href="http://www.didactica.ro">www.didactica.ro</a>	Internet