



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
18 septembrie 2023

Curriculumul modular S.06.O.019 Metrologia aplicată

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 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

" 18 " septembrie 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

<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>8</i>
<i>VIII. Lucrările practice recomandate</i>	<i>9</i>
<i>IX. Sugestii metodologice</i>	<i>9</i>
<i>X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale.....</i>	<i>10</i>
<i>XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii</i>	<i>11</i>
<i>XII. Resursele didactice recomandate elevilor.....</i>	<i>12</i>

I. Preliminarii

Curriculumul modular la unitatea de curs **Metrologia aplicată** 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 **Metrologia aplicată** prezintă aspecte teoretice și practice tehnica măsurării privind măsurările în diverse ramuri și domenii. Studiarea unității de curs are ca scop asigurarea preciziei, exactității și fiabilității măsurărilor într-o varietate de domenii și aplicații practice. Pentru a dezvolta competențe specifice unității de curs este necesar ca elevul să posede cunoștințe acumulate la:

- Fizică
- Bazele metrologiei
- Inițiere în specialitate
- Electrotehnică
- Desen tehnic
- Toleranțe și ajustaje.

Abilitățile formate urmează a fi folosite ulterior la studierea disciplinelor de profil și anume: Etalonarea și verificarea mijloacelor de măsurare, Metode moderne de control etc.

II. Motivația, utilitatea modulului pentru dezvoltarea profesională

Metrologia este o parte esențială a infrastructurii în dezvoltarea economiei, inclusiv pentru asigurarea calității produselor. Mai mult ca atât, metrologia devine o componentă importantă a funcționării societății, parte a structurii unei națiuni și, de asemenea, parte a unei rețele economice globale de dezvoltare rapidă.

Unitatea de curs **Metrologia aplicată** 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.

Studiarea 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 măsurare, încercare, verificare, etalonare, aplicate la locul de muncă.

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

III. Competențele profesionale specifice modului

CS1. Determinarea elementelor metrologice pentru a stabili credibilitatea măsurărilor ;
 CS2. Utilizarea mijloacelor și metodelor de măsurare după principiul de funcționare, proprietăți și domenii de utilizare în diverse procese de măsurare;
 CS3. Verificarea și atestarea legalității mijlocului de măsurare.

IV. Administrarea modului

Semestrul	Numărul de ore				Modalitatea de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct		Lucrul individual		
		Prelegeri	Practică/ Seminar			
V	90	40	20	30	Examen	3

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. Elemente de metrologie aplicată		
UC1. Determinarea elementelor metrologice pentru a stabili credibilitatea măsurărilor;	- Elementele procesului de măsurare - Clasificarea mărimilor fizice după diverse criterii - Determinarea dimensiunilor mărimilor fizice în mărimi ale Sistemului Internațional SI; - Determinarea erorilor de măsurare aliatoare, sistematice și grosolane. Criterii de excludere a erorilor grosolane - Incertitudinea de măsurare	A1. Identificarea elementelor procesului de măsurare A2. Distingerea mărimilor după domenii de A3. Efectuarea transformărilor utilizând factorii de multiplicare a unităților de măsură A4. Calcularea dimensiunilor mărimilor fizice în mărimi ale sistemului SI A5. Calcularea erorilor de măsurare A6. Estimarea valorilor aberante dintr-un șir de măsurări A7. Determinarea incertitudinii de măsurare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
2. Mijloace și metode de măsurare a diverselor mărimi fizice		
UC2. Utilizarea mijloacelor și metodelor de măsurare după principiul de funcționare, proprietăți și domenii de utilizare în diverse procese de măsurare;	- Mijloace și metode de măsurare a masei; - Mijloace și metode de măsurare a presiunii; - Mijloace și metode de măsurare a forței și durității; - Mijloace și metode de măsurare a mărimilor termice; - Mijloace și metode de măsurare a umidității; - Mijloace și metode de măsurare a debitului; - Mijloace și metode de măsurare a volumului; - Mijloace și metode de măsurare a acidității; - Mijloace și metode de măsurare a densității; - Mijloace și metode de măsurare a vâscozității; - Mijloace și metode de măsurare a altor mărimi fizice;	A8. Identificarea mijloacelor și metodelor de măsurare după criterii și categorii A9. Întreținerea și repararea mijloacelor de măsurare. A10. Utilizarea mijloacelor de măsurare în procese de măsurare a diferitor domenii de activitate A11. Alegerea corectă a metodelor de măsurare aplicate în operațiuni de măsurare, încercare, verificare A12. Citirea rezultatelor măsurării cu exactitate ridicată A13. Prelucrarea rezultatelor măsurării A14. Întocmirea documentației tehnice după procesele de măsurare, verificare
3. Caracteristicile metrologice și tehnice ale mijloacelor de măsurare		
UC3. Verificarea și atestarea legalității mijlocului de măsurare	- Caracteristicile metrologice și tehnice ale mijloacelor de măsurat masa și mărimi derivate; - Caracteristicile metrologice și tehnice ale mijloacelor de măsurat temperatura și umiditatea; - Caracteristici metrologice și tehnice a	A15. Identificarea caracteristicilor metrologice și tehnice a mijloacelor de măsurare A16. Determinarea caracteristicilor metrologice și tehnice a mijloacelor de măsurare A17. Stabilirea cerințelor metrologice și tehnice a mijloacelor de măsurare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	mijloacelor de măsurare a debitului și volumului; - Caracteristicile metrologice și tehnice a mărimilor fizico-chimice; - Caracteristici metrologice și tehnice a altor mărimi fizice.	A18. Verificarea mijloacelor de măsurare A19. Interpretarea datelor obținute din măsurări A20. Atestarea legalității mijloacelor de măsurare A21. Validarea metodelor de măsurare

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.	Elemente de metrologie aplicată	20	10	-	10
2.	Mijloace și metode de măsurare a diverselor mărimi fizice	52	22	16	14
3.	Caracteristicile metrologice și tehnice ale mijloacelor de măsurare	18	8	4	6
	Total	90	40	20	30

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
1. Aspecte generale ale metrologiei biomedicale			
1.1. Calcularea dimensiunilor mărimilor fizice în mărimi ale sistemului CGS	Probleme	Prezentarea calculelor	Săptămâna 2
1.2. Determinarea erorilor mijloacelor de măsurare;	Probleme	Argumentarea soluțiilor	Săptămâna 3
1.3. Criterii de excludere a erorilor grosolane	Probleme	Argumentarea soluțiilor	Săptămâna 4
1.4. Determinarea incertitudinii de măsurare compuse și globale	Probleme	Argumentarea soluțiilor	Săptămâna 5
2. Mijloace și metode de măsurare a diverselor mărimi fizice			
2.1. Mijloace și metode de măsurare a durității	miniproiect	Prezentare miniproiect	Săptămâna 6
2.2. Calcularea dispozitivelor de strangulare pentru debit	Probleme	Argumentarea soluțiilor	Săptămâna 7
2.3. Mijloace și metode de măsurare a mărimilor optice	Prezentare	Derularea prezentării	Săptămâna 8
3. Caracteristicile metrologice și tehnice ale mijloacelor de măsurare			
3.1. Determinarea caracteristicilor metrologice a ceasurilor	Caiet de sarcini	Prezentarea rezultatelor	Săptămâna 7
3.2. Determinarea caracteristicilor metrologice a vitezometrelor	Caiet de sarcini	Prezentarea rezultatelor	Săptămâna 8

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
3.2. Determinarea caracteristicilor metrologice a contoarelor de gaz;	Caiet de sarcini	Prezentarea rezultatelor măsurării	Săptămâna 9

VIII. Lucrările practice recomandate

Pentru unitatea de curs **Metrologia aplicată** sunt prevăzute următoarele lucrări practice și de laborator:

1. Verificarea mijloacelor de măsurare a masei;
2. Măsurarea presiunii cu ajutorul mijloacelor de măsurat presiunea;
3. Măsurarea forțelor cu ajutorul mijloacelor de măsurat forța;
4. Măsurarea temperaturilor cu ajutorul mijloace de măsurare a mărimilor termice;
5. Măsurarea volumului cu ajutorul mijloace de măsurare pentru volum;
6. Măsurarea umidității din produse cu ajutorul mijloacelor de măsurat umiditatea;
7. Măsurarea acidității din produse cu ajutorul mijloacelor de măsurat a mărimilor fizico-chimice;
8. Măsurarea vâscozității lichidelor;
9. Măsurarea densității lichidelor cu ajutorul mijloacelor de măsurat a mărimilor fizico-chimice;
10. Verificarea mijloacelor de măsurare a mărimilor fizico-chimice.

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 încadrarea în câmpul muncii. Pornind de la această premisă, procesul de învățare în cadrul modulului **Metrologia aplicată** trebuie să axeze nu doar pe formarea de competențe, dar și pe capacității persoanei de a soluționa probleme de la locul de muncă, îmbunătățirea procedeele de lucru, colaborarea eficientă cu colegii de lucru. În vederea realizării acestor obiective este necesară îmbinarea eficientă a metodelor și mijloacelor de formare.

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:

- **Elemente de metrologie aplicată:** explicația, conversația, lectura ghidată, tehnicile video, problematizarea, demonstrarea, algoritmizarea, SINELG, Diagrama Venn, Graficul T, etc.
- **Mijloace și metode de măsurare a diverselor mărimi fizice:** instructajul, problematizarea, demonstrarea, observația, experimentul, modelarea, simularea, Graficul T, Mozaicul, etc.
- **Caracteristicile metrologice și tehnice ale mijloacelor de măsurare:** studiu de caz, experimentul, graficul T, modelarea, explicarea, demonstrarea cu mijloace de măsurare, 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 aspecul 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 practice. 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

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

- Prezentarea rezultatelor măsurărilor cu exactitate înaltă;
- 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 matricii 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 **Metrologia aplicată** acordă elevului 3 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 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, postere, scheme, mulaje
Cerințe tehnice	
Măsurii	Seturi de greutăți pentru mase mici -15set Seturi de greutăți pentru mase mari-15set Cilindre gradate de 25ml-5buc

	Cilindri gradate de 50 ml-5buc Cilindri gradate de 100ml-5buc Baloane cotate-10 buc Pipete gradate-10 buc
Aparate de măsurat	Balanțe de laborator – 10 buc Balanțe tehnice - 10 buc Balanțe electronice - 10 buc Manometre cu piston și greutate – 10 buc Manometre cu element elastic-10 buc Dinamometre tehnice cu element elastic-15buc Termometre tehnice din sticlă, cu lichid-10buc Termometre manometrice-10 buc Umidometre pentru produse industriale-15buc pH-metru electronice-15 buc Vâscozimetre-15 buc Densimetre-15 buc Termodensimetre pentru lichid antigel-10 buc Fotocalorimetre-10 buc Refractometre-10 buc

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa
1.	Milea A. Cartea metrologului, Metrologia generală, Editura Tehnica București 1985.	Biblioteca CEEE
2.	M. Buzdugan , C. Mărcuță, G. Sîrbu „Metrologie – teorie și practică”, Ed. TEHNICA- INFO, Chișinău, 2001.	Biblioteca CEEE

3.	P.Cociuba, P. Matos, S. Bordan „Metrologia aplicată”, lucrări de laborator, Editura economica 2001.	Biblioteca CEEE
4.	V. Chirilă „Metode moderne de control în construcția de mașini”, Ediția tehnică Chișinău 2001 Volumul I.	Biblioteca CEEE
5.	V. Gurău, Lucrări de laborator la cursul „Măsurări de presiune și debit în lichide și gaze” , Chișinău 2008.	Biblioteca cabinetului
6.	N.Roșco, Indicații metodice pentru lucrările practice și de laborator la Metrologia aplicată, 2018	Biblioteca cabinetului
7.	SR ENV 13005: 2003. Ghid pentru exprimarea incertitudinii de măsurare.	Biblioteca cabinetului