



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
20th martie 2023

Curriculumul modular

S.06.O.020 Control dimensional

Specialitatea: 71570 – Metrologie și certificarea conformității

Calificarea: 311121 – Tehnician metrolog

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:

1. **Ștefan CREȚU**, cadru didactic, grad didactic superior, Centrul de Excelență în Energetică și Electronică din Chișinău;
2. **Cristina COCIERU**, cadru didactic, grad didactic doi, Centrul de Excelență în Energetică și Electronică din Chișinău;
3. **Alisa MOȘNEAGA**, cadru didactic, doctor, grad didactic superior, Universitatea de Stat din Moldova.

Aprobat de:

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

Director adjunct pentru instruire

Virgil BANTAȘ

"20" martie 2023

Recenzenți:

1. **Anatolii BESCUPSCI**. Director interimar Centrul de Metrologie Aplicată și Certificare.
2. **Ștefan PÎNZARI**, vice-director SRL MetronLAB.

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>10</i>
<i>VII. Studiu individual ghidat de profesor.....</i>	<i>11</i>
<i>VIII. Lucrările practice recomandate.....</i>	<i>13</i>
<i>IX. Sugestii metodologice.....</i>	<i>14</i>
<i>X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale</i>	<i>15</i>
<i>XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii.....</i>	<i>16</i>
<i>XII. Resursele didactice recomandate elevilor</i>	<i>16</i>

I. Preliminarii

Curriculumul modular la unitatea de curs **Control dimensional** este parte componentă a programului de formare profesională la componenta de specialitate în conformitate cu Planul de învățământ aprobat de Ministerul Educației și Cercetării, numărul de înregistrare SC-44/22 „769” din 26 iulie 2022, specialitatea **71570 – Metrologie și certificarea conformității**, termenul de studii 4 ani, pentru calificarea **Tehnician metrolog**.

Unitatea de curs **Control dimensional** are ca obiectiv general pregătirea specialistului calificat capabil să asigure calitatea produsului din punct de vedere a preciziei dimensionale, preciziei formei geometrice a poziției suprafețelor, interschimbabilitatea pieselor de mașini. 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:

- Grafica inginerescă;
- Desen tehnic;
- Inițierea în specialitate;
- Bazele metrologiei;
- Bazele standardizării;
- Studiul materialelor;
- Mecanica;
- Toleranțe și ajustaje.

II. Motivația, utilitatea modului pentru dezvoltarea profesională

Unitatea de curs **Control dimensional** este disciplina care îi permite oricărui specialist din domeniul tehnic să valorifice competențele specifice controlului dimensional.

Studiul acestei discipline oferă elevilor cunoștințe, abilități referitor la toleranțe, ajustaje și măsurările tehnice cu deprinderi inițiale de folosire a lor.

Un impact profund asupra toleranțelor și controlului dimensional este asigurată de evidențierea influenței hotărâtoare a tehnologiilor pentru avansarea calității produselor, coeficientului de utilizare a mijloacelor de măsurare, productivității muncii, reducerea costurilor de producție. Vor fi prezentate elementele fundamentale a disciplinei, îndrumând-ul pe elev la extinderea studiului individual pentru a pătrunde în posesia mai multor cunoștințe în domeniile înrudite specialității alese.

III. Competențele profesionale specifice modulului

CS1. Dobândirea cunoștințelor fundamentale, abilități și valori din domeniul controlului dimensional;

CS2. Utilizarea cunoștințelor din domeniul controlului dimensional în diverse situații referitoare la precizia dimensională, calitatea suprafețelor, metodelor și mijloacelor de măsurare;

CS3. Rezolvarea problemelor aferente preciziei dimensionale, calității suprafețelor, metodelor și mijloacelor de măsurare;

CS4. Investigarea experimentală prin metode și mijloace de măsurare;

CS5. Consolidarea cunoștințelor teoretice asupra aplicațiilor practice în domeniul măsurării, controlului, verificării și certificării rezultatelor obținute;

CS6. Aplicarea tehnicilor interactive de acumulare, înregistrare tabelară, reprezentare grafică a informației referitoare la control dimensional;

CS7. Proiectarea pieselor, subansamblurilor, ansamblurilor și mecanismelor în construcția de mașini ținând cont de caracteristicile geometrice ale acestora;

CS8. Implicarea în activități practice aferente controlului dimensional.

IV. Administrarea modulului

Semestrul	Numărul de ore				Modalitatea de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct		Lucrul individual		
		Prelegeri	Practică/ Seminar			
VI	180	50	30*/10	90	Examen	6

Notă: 30*ore pentru lecțiile practice/seminar la unitatea de curs **Control dimensional** sunt prevăzute pentru elaborarea **Proiectului de curs**, iar 10 ore sunt destinate pentru realizarea lucrărilor de laborator/practice.

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. Controlul dimensiunilor lineare și unghiulare		
<i>UC1.</i> Aplicarea metodelor și mijloacelor de măsurare și control.	- Importanța măsurării și controlului în producție; - Măsurare și control; - Unități de măsură; - Mijloace de măsurare; - Metode de măsurare.	A1. Definirea proceselor de măsurare, control, verificare și certificare. A2. Identificarea unității de măsură în controlul dimensional. A3. Clasificarea și caracterizarea mijloacelor și metodelor de măsurare.
<i>UC2.</i> Prezentarea caracteristicilor constructive și a indicilor metrologici ai mijloacelor de măsurare.	- Caracteristici constructive ale mijloacelor universale de măsurare; - Indici metrologici ai mijloacelor universale de măsurare; - Erori de măsurare.	A4. Caracterizarea mijloacelor universale de măsurare. A5. Descrierea indicilor metrologici pentru mijloacele universale de măsurare. A6. Clasificarea și analiza erorilor de măsurare. A7. Identificarea cauzelor erorilor de măsurare.
<i>UC3.</i> Utilizarea mijloacelor universale de măsurare.	- Măsurii terminale; - Șublere; - Micrometre; - Aparată comparatoare mecanice; - Aparată optico-mecanice de măsurare.	A8. Utilizarea măsurilor terminale în construcția de mașini. A9. Definirea, clasificare, construcția și utilizarea șublerelor. A10. Definirea, clasificare, construcția și

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
		utilizarea micrometrelor. A11. Definirea, clasificare, construcția și utilizarea aparatelor comparatoare mecanice. A12. Definirea, clasificare, construcția și utilizarea aparatelor optico-mecanice. A13. Alegerea metodelor și mijloacelor de măsurare.
2. Controlul pieselor cilindrice netede cu ajutorul calibrelor limitative		
UC4. Utilizarea calibrelor limitative pentru controlul pieselor cilindrice netede.	- Calibre pentru controlul suprafețelor exterioare; - Calibre pentru controlul suprafețelor interioare; - Contracalibre.	A14. Definirea și clasificarea calibrelor. A15. Verificarea arborilor cu ajutorul calibrelor potcoavă. A16. Verificarea alezajelor cu ajutorul calibrelor tampon. A17. Verificarea calibrelor cu ajutorul contracalibrelor. A18. Calcularea dimensiunilor de execuție ale calibrelor.
UC5. Exploatarea calibrelor limitative.	- Tipuri constructive de calibre; - Materiale pentru calibre; - Utilaje de fabricare a calibrelor; - Calibre speciale.	A19. Prezentarea tipurilor de calibre. A20. Reprezentarea grafică a calibrelor potcoavă. A21. Reprezentarea grafică a calibrelor tampon. A22. Reprezentarea schemei câmpurilor

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
		de toleranță pentru calibrele limitative. A23. Aplicarea sistemului ISO de toleranțe și ajustaje pentru calibre și contracalibre.
3. Controlul pieselor și asamblărilor conice netede		
UC6. Aplicarea asamblărilor conice netede în construcția de mașini.	- Parametrii geometrici ale asamblărilor conice netede; - Precizia asamblărilor conice netede; - Controlul pieselor și asamblărilor conice netede.	A24. Notarea elementelor dimensionale ale asamblărilor conice netede. A25. Determinarea preciziei asamblărilor conice netede. A26. Poziționarea distanței bazice la asamblările conice netede. A27. Realizarea controlului pieselor și asamblărilor conice netede.
4. Controlul pieselor filetate		
UC7. Utilizarea pieselor și asamblărilor filetate în construcția de mașini.	- Parametrii geometrici ale pieselor și asamblărilor filetate; - Toleranțele și ajustajele filetelor metrice ISO de fixare; - Controlul pieselor și asamblărilor filetate.	A28. Definirea și clasificarea filetelor. A29. Notarea elementelor dimensionale ale pieselor și asamblărilor filetate. A30. Poziționarea câmpurilor de toleranțe ale diametrului filetului.

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
		A31. Realizarea controlului pieselor și asamblărilor filetate.
5. Controlul roților și angrenajelor cu roți dințate		
UC8. Identificarea rolului angrenajelor cu roți dințate în sfera industrială.	- Parametrii geometrici ale roților și angrenajelor cu roți dințate; - Toleranțele roților și angrenajelor cilindrice; - Toleranțele roților și angrenajelor cu roți conice; - Toleranțele angrenajelor melcate; - Toleranțele angrenajelor cu cremalieră; - Controlul roților și angrenajelor cu roți dințate.	A32. Definirea și clasificarea roților și angrenajelor cu roți dințate. A33. Determinarea erorilor roților și angrenajelor cu roți dințate. A34. Notarea elementelor dimensionale ale roților și angrenajelor cu roți dințate. A35. Efectuarea controlului roților și angrenajelor cu roți dințate.
6. Controlul asamblărilor cu pene și caneluri		
UC9. Determinarea necesității asamblărilor cu pene și caneluri pentru îmbinările fixe demontabile.	- Parametrii geometrici ale pieselor și asamblărilor cu pene și caneluri; - Toleranțele și ajustajele asamblărilor cu pene; - Toleranțele și ajustajele asamblărilor cu caneluri; - Controlul pieselor și asamblărilor cu pene și caneluri.	A36. Definirea și clasificarea asamblărilor cu pene și caneluri. A37. Notarea elementelor dimensionale ale asamblărilor cu pene și caneluri. A38. Centrarea asamblărilor cu pene și caneluri. A39. Poziționarea câmpurilor de toleranță la asamblările cu pene și caneluri.

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
		A40. Realizarea controlului asamblărilor cu pene și caneluri.
7. Controlul dimensiunilor liniare		
UC10. Prescrierea dimensiunilor liniare pentru lanțurile de dimensiuni.	- Analiza lanțurilor de dimensiuni; - Calculul lanțurilor de dimensiuni.	A41. Definirea și clasificarea lanțurilor de dimensiuni. A42. Reprezentarea schematică a lanțurilor de dimensiuni. A43. Rezolvarea problemei directe ale lanțurilor de dimensiuni. A44. Rezolvarea problemei inverse (de proiectare).

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.	Controlul dimensiunilor lineare și unghiulare	30	10	10*/2	14
2.	Controlul pieselor cilindrice netede cu ajutorul calibrelor limitative	24	6	10*/2	14
3.	Controlul pieselor și asamblărilor conice netede	24	6		12
4.	Controlul pieselor filetate	24	8	*/2	12

5.	Controlul roților și angrenajelor cu roți dințate	26	6		12
6.	Controlul asamblărilor cu pene și caneluri	26	8	*/4	12
7.	Controlul dimensiunilor liniare	26	6	10*/	14
	Total	180	50	30*/10	90

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
1. Controlul dimensiunilor liniare și unghiulare			
1.1 Construcția șublerului și micrometrului.	Lucrare grafică	Prezentare grafică Format A3	Săptămâna 1
1.2 Construcția comparatorului de interior.	Lucrare grafică	Prezentare grafică Format A4	Săptămâna 2
1.3 Construcția raportorului universal.	Lucrare grafică	Prezentare grafică Format A4	Săptămâna 3
2. Controlul pieselor cilindrice netede cu ajutorul calibrelor limitative			
2.1 Controlul arborilor și alezajelor cu ajutorul calibrelor limitative.	Reprezentare grafică simplificată	Prezentare grafică Format A3	Săptămâna 4
2.2 Calculul dimensiunilor de execuție a calibrelor.	Lucrare practică	Suținerea lucrării	Săptămâna 5
3. Controlul pieselor și asamblărilor conice netede			
3.1 Elementele principale ale asamblărilor conice netede.	Lucrare grafică	Prezentare grafică Format A4	Săptămâna 6
3.2 Toleranțele asamblărilor conice.	Asamblări conice cu diferite poziții ale	Prezentare grafică	Săptămâna 7

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
	toleranțelor la unghiul de înclinație.	Format A4	
3.3 Controlul pieselor conice netede.	Desene de execuție ale calibrelor conice	Prezentare grafică Format A4	Săptămâna 7
4. Controlul pieselor filetate			
4.1 Pozițiile câmpului de toleranță ale diametrului filetului piuliței ISO.	Schema câmpurilor de toleranță	Prezentare grafică Format A3	Săptămâna 8
4.2 Pozițiile câmpului de toleranță ale diametrului filetului șurubului ISO.	Schema câmpurilor de toleranță	Prezentare grafică Format A3	Săptămâna 8
4.3 Controlul pieselor filetate.	Micrometru pentru filete	Prezentare grafică Format A3	Săptămâna 9
5. Controlul roților și angrenajelor cu roți dințate			
5.1 Eroarea cinematică a roților dințate.	Diagrama erorii cinemateice a roții dințate.	Prezentare grafică Format A4	Săptămâna 9
5.2 Eroarea cumulată de pas a roților dințate.	Determinarea erorii cumulate de pas a roților dințate.	Prezentare grafică Format A4	Săptămâna 10

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
5.3 Controlul pieselor filetate.	Micrometru cu talere pentru măsurarea cotei peste dinți.	Prezentare grafică Format A3	Săptămâna 10
6. Controlul asamblărilor cu pene și caneluri			
6.1 Asamblarea cu pană paralelă.	Desen de execuție	Prezentare grafică Format A3	Săptămâna 11
6.2 Pozițiile câmpurilor de toleranță pentru centrarea asamblărilor cu caneluri.	Schemele pozițiilor de toleranță.	Prezentare grafică Format A3	Săptămâna 11
6.3 Controlul asamblărilor cu pene și caneluri.	Măsurarea lățimii penei și a canelurilor cu profil dreptunghiular.	Prezentare grafică Format A3	Săptămâna 12
7. Controlul dimensiunilor liniare			
7.1 Definiția și clasificarea lanțurilor de dimensiuni.	Desene cu lanțuri de dimensiuni.	Prezentare grafică Format A3	Săptămâna 13
7.2 Calculul lanțurilor de dimensiuni, problema directă.	Lucrare practică	Susținerea lucrării	Săptămâna 14
7.3 Calculul lanțurilor de dimensiuni, problema inversă.	Lucrare practică	Susținerea lucrării	Săptămâna 15

VIII. Lucrările practice recomandate

1. Controlul dimensiunilor cu ajutorul mijloacelor universale de măsurare.
2. Controlul pieselor cu ajutorul calibrelor limitative.
3. Controlul filetelor și pieselor filetate.
4. Controlul asamblărilor cu pene.
5. Controlul asamblărilor cu caneluri.

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 modului **Control dimensional** 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 obiectiv 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, după cum urmează:

- explicația, conversația, lectura ghidată, tehnicile video, problematizarea, demonstrarea, algoritimizarea, SINELG, Diagrama Venn, Graficul T, etc.
- instructajul, problematizarea, demonstrarea, observația, experimentul, modelarea, simularea, Graficul T, Mozaicul, 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 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 pieselor și asamblărilor conice netede.
- 2) Controlul filetelor și pieselor filetate.
- 3) Controlul roților dințate și angrenajelor cu roți dințate.
- 4) Controlul asamblărilor cu pene și caneluri.
- 5) Calculul lanțurilor de dimensiuni.

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

- Prezentarea rezultatelor studiilor 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 matricei de specificare. Se aplică pentru determinarea nivelului de cunoștințe factice pentru fiecare 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 **71570 – Metrologie și certificarea conformității**, unitatea de curs **Control dimensional** 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

Orele la disciplina **Control dimensional** se recomandă a se desfășura în cabinete de specialitate din unitatea de învățământ, amenajate și dotate cu echipament corespunzător.

Resurse materiale minime necesare parcurgerii modulului:

- Instrumente și materiale specifice **Control dimensional**:
- Mijloace universale pentru măsurarea pieselor cilindrice netede;
- Mijloace specifice pentru măsurarea filetelor și roților dințate;
- Set de cale plan - paralele;
- Calibre limitative;
- Standarde în domeniu;
- Complet de organe de mașini pentru măsurarea preciziei dimensionale a formei geometrice, poziției și rugozității suprafețelor;
- Videoproiector, calculator, soft-uri educaționale.

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa	Numărul de exemplare disponibile
1.	Dragu, D. Toleranțe și măsurători. Manual pentru licee industriale. Cimișlia, 1993.	Biblioteca/ Sala de lectură	280
2.	Popa, Vasile. Toleranțe și control dimensional. Chișinău: Tehnica Info, 2002	Biblioteca/ Sala de lectură	30
3.	Croitoru, Irina. Control tehnic Chișinău: Tehnica Info, 2002	Biblioteca/ Sala de lectură	2
4.	Dumitraș C. Ingineria controlului dimensional și geometric în folosirea mașinilor București: Tehnică 1997	Biblioteca/ Sala de lectură	1

5.	www.didactic.ro www.mec.tuiasi.ro www.utm.md https://www.scribd.com	Internet	
----	---	----------	--