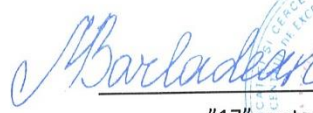


Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

"Aprob"

directorul Centrului de Excelență în
Energetică și Electronică


Mariana BARLADEAN
"17" septembrie 2025



Curriculumul modular

S.05.O.018 Toleranțe și ajustaje

Programul de studii: 0715.6 Metrologie și certificarea conformității

Calificarea: 0715.6.1 Tehnician metrolog / tehniciană metrologă
(conform planului de învă. 2024)

Aprobat la :

Consiliul metodico-științific al I.P. Centrului de Excelență în Energetică și Electronică din
15 septembrie 2025, director adjunct pentru instruire Virgil BANTAȘ 

Sedința Catedrei Electrotehnică a I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică din
09 septembrie 2025, șef catedră Svetlana CECAN 

Autori:

Ștefan CREȚU, cadru didactic, grad didactic Superior, Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Recenzenți:

1. Diana BEJENARU, Director interimar, Institutul Național de Metrologie.
2. Ștefan PÎNZARI, șef Organism de Inspecție în Metrologie Legală (OI/ML) METRONLAB.

Adresa Curriculumului în Internet:

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

Cuprins

<i>I. Preliminarii.....</i>	<i>4</i>
<i>II. Motivația, utilitatea unității de curs pentru dezvoltarea profesională</i>	<i>4</i>
<i>III. Competențele profesionale și rezultatele învățării specifice unității de curs</i>	<i>4</i>
<i>IV. Administrarea unității de curs</i>	<i>5</i>
<i>V. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare</i>	<i>5</i>
<i>VI. Unitățile de învățare.....</i>	<i>5</i>
<i>VII. Studiu individual ghidat de profesor.....</i>	<i>10</i>
<i>VIII. Lucrările practice și/sau de laborator recomandate</i>	<i>11</i>
<i>IX. Sugestii metodologice.....</i>	<i>12</i>
<i>X. Sugestii de evaluare</i>	<i>13</i>
<i>XI. Resursele necesare pentru atingerea rezultatelor învățării</i>	<i>14</i>
<i>XII. Resursele didactice recomandate elevilor</i>	<i>16</i>

I. Preliminarii

Curriculumul modular la unitatea de curs **Toleranțe și ajustaje** 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 Nr.SC-52/24 din 03 septembrie 2024, program de studii **0715.6 – Metrologie și certificarea conformității**, termenul de studii 4 ani, pentru calificarea **Tehnician metrolog / tehniciană metrologă**.

Unitatea de curs **Toleranțe și ajustaje** 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 inginerască;
- Desen tehnic;
- Inițierea în specialitate;
- Bazele metrologiei;
- Bazele standardizării;
- Studiul materialelor;
- Mecanica.

II. Motivația, utilitatea unității de curs pentru dezvoltarea profesională

Unitatea de curs **Toleranțe și ajustaje** 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, îndrumându-l pe elev la extinderea studiului individual pentru a pătrunde în posesia mai multor cunoștințe în domeniile înrudite specialității alese.

III. Competențele profesionale și rezultatele învățării specifice unității de curs

CP - Dobândirea cunoștințelor fundamentale, abilități și valori din domeniul toleranțelor și ajustajelor.

CP - Utilizarea cunoștințelor din domeniul toleranțelor și ajustajelor în diverse situații referitoare la precizia dimensională.

CP – Selectarea probelor pentru stabilirea toleranțelor și ajustajelor.

CP - Investigarea experimentală a calității suprafețelor pieselor de mașini.

CP - Consolidarea cunoștințelor teoretice prin aplicații practice la toleranțe și ajustaje.

CP - Aplicarea tehnicilor interactive de acumulare, înregistrare tabelară, reprezentare grafică a informației referitoare la toleranțe și ajustaje.

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

CP - Implicarea în activități practice aferente toleranțelor și ajustajelor.

La sfârșitul unității de curs **Toleranțe și Ajustaje** elevii vor fi capabili:

- să descrie parametrii geometrici ai pieselor de mașini;
- să prescrie dimensiuni, forme și poziții pentru suprafețele pieselor de mașini;
- să verifice calitatea suprafețelor pieselor de mașini;
- să stabilească toleranțe și ajustaje pentru dimensiunile prescrise;
- să întocmească fișe de control.

IV. Administrarea unității de curs

Semestrul	Numărul de ore				Forma de evaluare	Numărul de credite
	Total ore	Contact direct		Studiu individual		
		Teorie	Practică/ Laborator			
V	90	50	10	30	Examen	3

V. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr. crt.	Unități de învățare	Numărul de ore			
		Total	Contact direct		Studiu Individual
			Teorie	Practică/ laborator	
1.	Introducere, obiectul de studiu și conținutul disciplinei	4	2	0	2
2.	Precizia dimensională	30	18	4	8
3.	Calitatea suprafețelor pieselor de mașini	20	10	2	8

4.	Toleranțele și ajustajele pieselor și asamblărilor cilindrice netede	20	10	2	8
5.	Toleranțele rulmenților și ajustajelor asamblărilor cu rulmenți	16	10	2	4
	Total	90	50	10	30

VI. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. Introducere, obiectul de studiu și conținutul disciplinei		
UC1. Identificarea obiectivelor aferente toleranțelor și ajustajelor.	- Necesitatea studierii unității de curs; - Obiectul, scopul și structura unității de curs; - Prototipul internațional al metrului.	A1. Descrierea unității de curs. A2. Evidențierea necesității unității de curs în formarea profesională. A3. Aplicarea controlului dimensional în conceptul calității produsului.
2. Precizia dimensională		
UC2. Prescrierea dimensiunilor pieselor de mașini.	- Caracteristica geometrică liniară a pieselor de mașini; - Dimensiuni limită; - Abateri limită; - Toleranțe dimensionale; - Câmpuri de toleranțe.	A4. Definirea și clasificarea dimensiunilor. A5. Cotarea dimensiunilor ale pieselor cilindrice netede. A6. Calculul dimensiunilor limită, abaterilor limită și toleranțele lor. A7. Reprezentarea grafică a câmpurilor de toleranță. A8. Înscrierea câmpurilor de toleranță pe desenele de execuție.

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
UC3. Asamblarea pieselor cilindrice netede.	- Ajustaje cu joc; - Ajustaje cu strângere; - Ajustaje intermediare.	A9. Definirea ajustajelor cu joc, strângere și intermediare. A10. Calcularea ajustajelor cu joc, strângere și intermediare. A11. Reprezentarea grafică a câmpurilor de toleranță pentru ajustajele cu joc, strângere și intermediare.
UC4. Identificarea formelor geometrice ale pieselor de mașini.	- Precizia formei geometrice a suprafețelor pieselor de mașini; - Abateri de formă ale suprafețelor pieselor de mașini; - Toleranțele formei geometrice a suprafețelor pieselor de mașini.	A12. Definirea și clasificarea abaterilor și toleranțelor formei geometrice a suprafețelor. A13. Simbolizarea abaterilor și toleranțelor de formă. A14. Calcularea abaterilor și toleranțelor de formă. A15. Notarea toleranțelor de formă pe desenele de execuție.
UC5. Determinarea preciziei poziției suprafețelor pieselor de mașini.	- Precizia poziției reciproce a suprafețelor pieselor de mașini; - Abateri de poziție ale suprafețelor pieselor de mașini; - Toleranțele poziției suprafețelor pieselor de mașini.	A16. Definirea și clasificarea abaterilor și toleranțelor poziției suprafețelor. A17. Simbolizarea abaterilor și toleranțelor poziției suprafețelor. A18. Calcularea abaterilor și toleranțelor poziției suprafețelor.

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
		A19. Notarea toleranțelor poziției suprafețelor pe desenele de execuție.
3. Calitatea suprafețelor pieselor de mașini		
UC6. Obținerea calității suprafețelor pieselor de mașini.	- Aspectul fizic al suprafețelor pieselor de mașini; - Aspectul geometric al suprafețelor pieselor de mașini; - Rugozitatea suprafețelor pieselor de mașini.	A20. Descrierea aspectului fizic pentru calitatea suprafețelor. A21. Identificarea parametrilor generali, specifici și cantitativi ai rugozității suprafețelor. A22. Simbolizarea rugozității suprafețelor. A23. Notarea rugozității pe desenele de execuție.
UC7. Interschimbabilitatea pieselor de mașini.	- Interschimbabilitate în producție; - Interschimbabilitate în exploatare; - Interschimbabilitate completă; - Interschimbabilitate limitată.	A24. Definirea și clasificarea interschimbabilității pieselor de mașini. A25. Realizarea produselor interschimbabile. A26. Determinarea eficienței economice a interschimbabilității pieselor de mașini.
4. Toleranțele și ajustajele pieselor și asamblărilor cilindrice netede		
UC8. Implementarea sistemului ISO de toleranțe și ajustaje.	- Necesitatea sistemului ISO de toleranțe și ajustaje; - Istoria dezvoltării sistemului ISO de toleranțe și ajustaje; - Caracteristicile sistemului ISO de toleranțe și ajustaje.	A27. Descrierea istoricului dezvoltării sistemului ISO de toleranțe și ajustaje. A28. Utilizarea sistemelor unitare alezaj și arbore.

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
		A29. Determinarea unității de toleranță internațională. A30. Stabilirea treptelor de precizie și a regimului de temperatură la control. A31. Prevederea pozițiilor câmpurilor de toleranță pentru piese și ajustaje.
UC9. Alegerea preciziei și ajustajelor.	-Alegerea ajustajelor cu joc; - Alegerea ajustajelor cu strângere; - Alegerea ajustajelor intermediare; - Toleranțele dimensiunilor libere; - Toleranțele pieselor turnate, forjate și matrițate.	A32. Aplicarea ajustajelor cu joc, strângere și intermediare. A33. Verificarea dimensiunilor libere. A34. Standardizarea toleranțelor pieselor turnate, forjate și matrițate.
5. Toleranțele rulmenților și ajustajelor asamblărilor cu rulmenți		
UC10. Aplicarea asamblărilor cu rulmenți.	- Lagăre de alunecare și rostogolire; - Construcția și elementele geometrice ale asamblărilor cu rulmenți; - Jocuri în rulmenți.	A35. Definirea, clasificarea și construcția lagărelor de alunecare și rostogolire. A36. Reprezentarea grafică ale rulmenților. A37. Analizarea jocurilor în rulmenți.
UC11. Asigurarea preciziei rulmenților.	- Parametrii dimensionali ai rulmenților; - Clase de precizie pentru rulmenți; - Rugozitatea suprafețelor de contact ale rulmenților.	A38. Prescrierea preciziei rulmenților conform parametrilor geometrice. A39. Standardizarea claselor de precizie ale rulmenților.

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
		A40. Valorificarea rugozității suprafețelor de contact ale rulmenților.
UC12. Alegerea asamblărilor cu rulmenți.	- Tipuri de încărcări a inelelor rulmenților. - Asamblarea rulment – carcasă; - Asamblarea rulment – arbore.	A41. Reprezentarea grafică a încărcărilor pentru inelele rulmenților. A42. Stabilirea preciziei și pozițiilor câmpurilor de toleranță pentru rulmenți. A43. Montarea rulmenților.

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Numărul de ore
1. Introducere, obiectul de studiu și conținutul disciplinei			
1.1 Adoptarea sistemului metric	Prezentare Power-Point	Susținerea prezentării	2
2. Precizia dimensională			
2.1 Toleranțele pieselor cilindrice netede.	Reprezentare convențională a toleranțelor	Prezentare grafică Format A3	2
2.2 Determinarea eficacității unui lot de piese.	Lucrare practică	Susținerea lucrării	2
2.3 Determinarea tipurilor de ajustaje.	Lucrare practică	Susținerea lucrării	2
2.4 Precizia formei geometrice a suprafețelor.	Simboluri pentru toleranțele de formă	Prezentare tabelară	1

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Numărul de ore
2.5 Precizia poziției suprafețelor.	Simboluri pentru toleranțele de poziție	Prezentare tabelară	1
3. Calitatea suprafețelor pieselor de mașini			
3.1 Calitatea suprafețelor potrivit proprietăților fizico-chimice și mecanice a materialelor.	Referat	Prezentare publică	3
3.2 Notarea rugozității suprafețelor pe desenele de execuție ale pieselor.	Lucrare grafică	Prezentare grafică Format A3	3
3.3 Orientarea neregularităților rugozității.	Simbolurile neregularităților	Prezentare tabelară	2
4. Toleranțele și ajustajele pieselor și asamblărilor cilindrice netede			
4.1 Istoria dezvoltării sistemului ISO de toleranțe și ajustaje.	Referat	Prezentare publică	4
4.2 Înscrierea pe desenele de execuție a toleranțelor și ajustajelor în sistemul ISO.	Lucrare grafică	Prezentare grafică Format A3	4
5. Toleranțele rulmenților și ajustajelor asamblărilor cu rulmenți			
5.1 Construcția rulmenților.	Lucrare grafică	Prezentare grafică Format A4	2
5.2 Calculul ajustajelor asamblărilor cu rulmenți.	Lucrare practică	Susținerea lucrării	2

VIII. Lucrările practice și/sau de laborator recomandate

1. Determinarea eficacității unui lot de piese.
2. Determinarea tipurilor de ajustaje.
3. Controlul calității suprafețelor.
4. Alegerea ajustajelor pentru piesele cilindrice netede.
5. Alegerea ajustajelor pentru rulmenți.

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 **Toleranțe și ajustaje** 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, algoritmizarea, 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

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) Determinarea eficacității unui lot de piese.
- 2) Determinarea tipurilor de ajustaje.
- 3) Controlul rugozității suprafețelor.
- 4) Calculul toleranței internaționale.
- 5) Alegerea ajustajelor pentru piesele cilindrice netede.
- 6) Alegerea ajustajelor pentru rulmenți.

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 programul de studii **0715.6 – Metrologie și certificarea conformității**, unitatea de curs **Toleranțe și ajustaje** acordă elevului 3 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 atingerea rezultatelor învățării

Orele la disciplina **Toleranțe și ajustaje** 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 **Toleranțelor și ajustajelor**:
- Mostre de piese din construcția de mașini;
- Planșete ilustrative specifice;
- Suport de curs;
- Îndrumare metodică pentru lucrări de laborator;
- Standarde în domeniu;
- Complet de organe de mașini pentru indicarea preciziei dimensionale a formei geometrice, poziției și rugozității suprafețelor;
- Videoproiector, calculator, soft-uri educaționale.

Standardul de dotare a laboratorului

Descrierea narativă a resurselor necesare realizării rezultatelor învățării și a condițiilor specifice de utilizare și întreținere a acestora.

- suprafața totală a laboratorului – 20 m²
- suprafața pentru un elev – 1,2 m²
- numărul locurilor de lucru – 15.

Nr.crt	Denumirea	Cantitatea per elev	Cantitatea per atelier
a) Echipamente			
1.	Tablă	-	1
2.	Proiector	-	1
b) Mobilier și tehnică sanitară			
3.	Mese de lucru	1/2	15

4.	Scaune	1	30
5.	Chiuveță cu apă rece/ caldă	-	1
6.	Dulap de depozitare	-	1
7.	Lavete	-	1
c) Utilaj tehnologic			
8.	Microscop de atelier	-	1
9.	Optimetru	-	1
d) Instrumente și dispozitive			
10.	Șubler	2	60
11.	Micrometru	2	60
12.	Comparator de tip ceas	-	10
13.	Raportor tehnic	-	15
14.	Calibre limitative	1	30
15.	Cale planparalele și unghiulare	-	10 seturi
e) Inventar și ustensile			
16.	Mănuși de protecție	1 pereche	15
17.	Ochelari de protecție	1 pereche	15

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată această resursa
1.	Dragu, D. Toleranțe și măsurători. Manual pentru licee industriale. Cimișlia, 1993.	Biblioteca/ Sala de lectură
2.	Popa, Vasile. Toleranțe și control dimensional. – Chișinău: Tehnica Info, 2002	Biblioteca/ Sala de lectură
3.	Croitoru, Irina. Control tehnic – Chișinău: Tehnica Info, 2002	Biblioteca/ Sala de lectură
4.	Dumitraș C. Ingineria controlului dimensional și geometric în folosirea mașinilor București: Tehnică 1997	Biblioteca/ Sala de lectură
5.	www.didactic.ro www.mec.tuiasi.ro www.utm.md https://www.scribd.com	Internet