



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
20 martie 2023



Curriculumul modular

S.05.O.018 Toleranțe și ajustaje

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 BESCUPSCHI**, 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>9</i>
<i>VII. Studiu individual ghidat de profesor.....</i>	<i>10</i>
<i>VIII. Lucrările practice recomandate.....</i>	<i>11</i>
<i>IX. Sugestii metodologice.....</i>	<i>12</i>
<i>X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale.....</i>	<i>13</i>
<i>XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii.....</i>	<i>14</i>
<i>XII. Resursele didactice recomandate elevilor.....</i>	<i>14</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 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 **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 inginerescă;
- Desen tehnic;
- Inițierea în specialitate;
- Bazele metrologiei;
- Bazele standardizării;
- Studiul materialelor;
- Mecanica.

II. Motivația, utilitatea modulului 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 specifice modulului

CS1. Dobândirea cunoștințelor fundamentale, abilități și valori din domeniul toleranțelor și ajustajelor;

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

CS3. Rezolvarea problemelor aferente preciziei dimensionale și a calității suprafețelor;

CS4. Aplicarea tehnicilor interactive de acumulare, înregistrare tabelară, reprezentare grafică a informației referitoare la toleranțe și ajustaje;

CS5. Proiectarea pieselor, subansamblurilor, ansamblurilor și mecanismelor în construcția de mașini ținând cont de caracteristicile geometrice ale acestora;

CS6. Implicarea în activități practice aferente toleranțelor și ajustajelor.

IV. Administrarea modului

Semestrul	Numărul de ore			Modalitatea de evaluare	Numărul de credite	
	Total	Contact direct				
		Prelegeri	Practică/ Seminar			
V	120	50	10	60	Examen	4

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. Introducere, obiectul de studiu și conținutul disciplinei		
<i>UC1.</i> Identificarea obiectivelor aferente toleranțelor și ajustajelor.	<ul style="list-style-type: none"> - Necesitatea studierii unității de curs; - Obiectul, scopul și structura unității de curs; - Prototipul internațional al metrului. 	<ul style="list-style-type: none"> 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		
<i>UC2.</i> Prescrierea dimensiunilor pieselor de mașini.	<ul style="list-style-type: none"> - Caracteristica geometrică liniară a pieselor de mașini; - Dimensiuni limită; - Abateri limită; 	A4. Definirea și clasificarea dimensiunilor.

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	<ul style="list-style-type: none"> - Toleranțe dimensionale; - Câmpuri de toleranțe. 	<p>A5. Cotarea dimensiunilor ale pieselor cilindrice netede.</p> <p>A6. Calculul dimensiunilor limită, abaterilor limită și toleranțele lor.</p> <p>A7. Reprezentarea grafică a câmpurilor de toleranță.</p> <p>A8. Înscrierea câmpurilor de toleranță pe desenele de execuție.</p>
<p><i>UC3.</i> Asamblarea pieselor cilindrice netede.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ajustaje cu joc; - Ajustaje cu strângere; - Ajustaje intermediare. 	<p>A9. Definirea ajustajelor cu joc, strângere și intermediare.</p> <p>A10. Calcularea ajustajelor cu joc, strângere și intermediare.</p> <p>A11. Reprezentarea grafică a câmpurilor de toleranță pentru ajustajele cu joc, strângere și intermediare.</p>
<p><i>UC4.</i> Identificarea formelor geometrice ale pieselor de mașini.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Precizia formei geometrice a suprafețelor pieselor de mașini; - Abateri de formă ale suprafețelor pieselor de malini; - Toleranțele formei geometrice a suprafețelor pieselor de mașini. 	<p>A12. Definirea și clasificarea abaterilor și toleranțelor formei geometrice a suprafețelor.</p> <p>A13. Simbolizarea abaterilor și toleranțelor de formă.</p> <p>A14. Calcularea abaterilor și toleranțelor de formă.</p>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
		A15. Notarea toleranțelor de formă pe desenele de execuție.
UC5. Determinarea preciziei poziției suprafețelor pieselor de mașini.	<ul style="list-style-type: none"> - Precizia poziției reciproce a suprafețelor pieselor de mașini; - Abateri de poziție ale suprafețelor pieselor de mașini; - Toleranțele poziției suprafețelor pieselor de mașini. 	<p>A16. Definirea și clasificarea abaterilor și toleranțelor poziției suprafețelor.</p> <p>A17. Simbolizarea abaterilor și toleranțelor poziției suprafețelor.</p> <p>A18. Calcularea abaterilor și toleranțelor poziției suprafețelor.</p> <p>A19. Notarea toleranțelor poziției suprafețelor pe desenele de execuție.</p>
3. Calitatea suprafețelor pieselor de mașini		
UC6. Obținerea calității suprafețelor pieselor de mașini.	<ul style="list-style-type: none"> - Aspectul fizic al suprafețelor pieselor de mașini; - Aspectul geometric al suprafețelor pieselor de mașini; - Rugozitatea suprafețelor pieselor de mașini. 	<p>A20. Descrierea aspectului fizic pentru calitatea suprafețelor.</p> <p>A21. Identificarea parametrilor generali, specifici și cantitativi ai rugozității suprafețelor.</p> <p>A22. Simbolizarea rugozității suprafețelor.</p> <p>A23. Notarea rugozității pe desenele de execuție.</p>
UC7. Interschimbabilitatea pieselor de mașini.	<ul style="list-style-type: none"> - Interschimbabilitate în producție; - Interschimbabilitate în exploatare; 	A24. Definirea și clasificarea interschimbabilității pieselor de mașini.

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	<ul style="list-style-type: none"> - Interschimbabilitate completă; - Interschimbabilitate limitată. 	<p>A25. Realizarea produselor interschimbabile.</p> <p>A26. Determinarea eficienței economice a interschimbabilității pieselor de mașini.</p>
4. Toleranțele și ajustajele pieselor și asamblărilor cilindrice netede		
<p><i>UC8.</i> Implementarea sistemului ISO de toleranțe și ajustaje.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Necesitatea sistemului ISO de toleranțe și ajustaje; - Istoria dezvoltării sistemului ISO de toleranțe și ajustaje; - Caracteristicile sistemului ISO de toleranțe și ajustaje. 	<p>A27. Descrierea istoricului dezvoltării sistemului ISO de toleranțe și ajustaje.</p> <p>A28. Utilizarea sistemelor unitare alezaj și arbore.</p> <p>A29. Determinarea unității de toleranță internațională.</p> <p>A30. Stabilirea treptelor de precizie și a regimului de temperatură la control.</p> <p>A31. Prevederea pozițiilor câmpurilor de toleranță pentru piese și ajustaje.</p>
<p><i>UC9.</i> Alegerea preciziei și ajustajelor.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Alegerea ajustajelor cu joc; - Alegerea ajustajelor cu strângere; - Alegerea ajustajelor intermediare; - Toleranțele dimensiunilor libere; - Toleranțele pieselor turnate, forjate și matrițate. 	<p>A32. Aplicarea ajustajelor cu joc, strângere și intermediare.</p> <p>A33. Verificarea dimensiunilor libere.</p> <p>A34. Standardizarea toleranțelor pieselor turnate, forjate și matrițate.</p>

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
5. Toleranțele rulmenților și ajustajelor asamblărilor cu rulmenți		
<i>UC10.</i> Aplicarea asamblărilor cu rulmenți.	<ul style="list-style-type: none"> - Lagăre de alunecare și rostogolire; - Construcția și elementele geometrice ale asamblărilor cu rulmenți; - Jocuri în rulmenți. 	<p>A35. Definirea, clasificarea și construcția lagărelor de alunecare și rostogolire.</p> <p>A36. Reprezentarea grafică ale rulmenților.</p> <p>A37. Analizarea jocurilor în rulmenți.</p>
<i>UC11.</i> Asigurarea preciziei rulmenților.	<ul style="list-style-type: none"> - Parametrii dimensionali ai rulmenților; - Clase de precizie pentru rulmenți; - Rugozitatea suprafețelor de contact ale rulmenților. 	<p>A38. Prescrierea preciziei rulmenților conform parametrilor geometrice.</p> <p>A39. Standardizarea claselor de precizie ale rulmenților.</p> <p>A40. Valorificarea rugozității suprafețelor de contact ale rulmenților.</p>
<i>UC12.</i> Alegerea asamblărilor cu rulmenți.	<ul style="list-style-type: none"> - Tipuri de încărcări a inelelor rulmenților. - Asamblarea rulment – carcasă; - Asamblarea rulment – arbore. 	<p>A41. Reprezentarea grafică a încărcărilor pentru inelele rulmenților.</p> <p>A42. Stabilirea preciziei și pozițiilor câmpurilor de toleranță pentru rulmenți.</p> <p>A43. Montarea rulmenților.</p>

VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Unități de învățare	Numărul de ore
---------------------	----------------

Nr. crt.		Total	Contact direct		Lucrul individual
			Prelegeri	Practică/ Seminar	
1.	Introducere, obiectul de studiu și conținutul disciplinei	4	2	0	2
2.	Precizia dimensională	34	16	4	10
3.	Calitatea suprafețelor pieselor de mașini	24	8	2	10
4.	Toleranțele și ajustajele pieselor și asamblărilor cilindrice netede	34	16	2	10
5.	Toleranțele rulmenților și ajustajelor asamblărilor cu rulmenți	24	8	2	10
	Total	120	50	10	60

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
1. Introducere, obiectul de studiu și conținutul disciplinei			
1.1 Adoptarea sistemului metric	Prezentare Power-Point	Suștinerea prezentării	Săptămâna 1
2. Precizia dimensională			
2.1 Toleranțele pieselor cilindrice netede.	Reprezentare convențională a toleranțelor	Prezentare grafică Format A3	Săptămâna 2
2.2 Determinarea eficacității unui lot de piese.	Lucrare practică	Suștinerea lucrării	Săptămâna 3
2.3 Determinarea tipurilor de ajustaje.	Lucrare practică	Suștinerea lucrării	Săptămâna 4
2.4 Precizia formei geometrice a suprafețelor.	Simboluri pentru toleranțele de formă	Prezentare tabelară	Săptămâna 5

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
2.5 Precizia poziției suprafețelor.	Simboluri pentru toleranțele de poziție	Prezentare tabelară	Săptămâna 6
3. Calitatea suprafețelor pieselor de mașini			
3.1 Calitatea suprafețelor potrivit proprietăților fizico-chimice și mecanice a materialelor.	Referat	Prezentare publică	Săptămâna 7
3.2 Notarea rugozității suprafețelor pe desenele de execuție ale pieselor.	Lucrare grafică	Prezentare grafică Format A3	Săptămâna 8
3.3 Orientarea neregularităților rugozității.	Simbolurile neregularităților	Prezentare tabelară	Săptămâna 9
4. Toleranțele și ajustajele pieselor și asamblărilor cilindrice netede			
4.1 Istoria dezvoltării sistemului ISO de toleranțe și ajustaje.	Referat	Prezentare publică	Săptămâna 10
4.2 Înscrierea pe desenele de execuție a toleranțelor și ajustajelor în sistemul ISO.	Lucrare grafică	Prezentare grafică Format A3	Săptămâna 11
5. Toleranțele rulmenților și ajustajelor asamblărilor cu rulmenți			
5.1 Construcția rulmenților.	Lucrare grafică	Prezentare grafică Format A4	Săptămâna 12-13
5.2 Calculul ajustajelor asamblărilor cu rulmenți.	Lucrare practică	Suținerea lucrării	Săptămâna 14-15

VIII. Lucrările practice recomandate

1. Determinarea eficacității unui lot de piese.
2. Determinarea tipurilor de ajustaje.
3. Controlul rugozității suprafețelor.
4. Calculul toleranței internaționale.
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, 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) Determinarea eficacității unui lot de piese.
- 2) Determinarea tipurilor de ajustaje.
- 3) Controlul rugozității suprafețelor.
- 4) Calculul toleranței internaționale.
- 5) Alegerea ajustajelor pentru rulmenți.
- 6) Măsurarea dimensiunilor cu ajutorul șublerului.
- 7) Măsurarea dimensiunilor cu ajutorul micrometrului neted.
- 8) Măsurarea dimensiunilor cu ajutorul comparatorului de tip ceas.
- 9) Măsurarea bățăilor radiale.
- 10) Controlul pieselor cu ajutorul calibrelor limitative.

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 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 specialitatea **71570 – Metrologie și certificarea conformității**, unitatea de curs **Toleranțe și ajustaje** 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 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

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 **Toleranțe și ajustaje**:
 - 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	