



Ministerul Educației al Republicii Moldova
Centrul de Excelență în Construcții

"Aprob"

Directorul Centrului de Excelență în
Construcții



Valeriu Pelivan

2016

Curriculum disciplinar
F.05.O.014 Bazele termodinamicii și termotehnica

Specialitatea: 73260 Sisteme de alimentare cu căldură și gaze, ventilație
Calificarea: Tehnician-constructor

Chișinău 2016

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



Autor:

Bînzari Andrei, profesor de specialitate.

Aprobat de:

Consiliul metodic-științific al Centrului de Excelență în Construcții

Director _____
Valeriu Pelivan
" " _____ 2016

Recenzenți:

1. Țurcan Lucia, director adjunct pentru instruire și educație, Centrul de Excelență în Construcții.
2. Nicolaev Elena, șef catedră, Centrul de Excelență în Construcții.

Adresa Curriculumului în Internet:

Portalul național al învățământului profesional tehnic
<http://www.ipt.md/ro/produse-educationale>.

Cuprins

I. Preliminarii	4
II. Motivația, utilitatea disciplinei pentru dezvoltarea profesională	5
III. Competențele profesionale specifice disciplinei	5
IV. Administrarea disciplinei	6
V. Unitățile de învățare	6
VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare	8
VII. Studiu individual ghidat de profesor	9
VIII. Lucrările practice și de laborator recomandate	9
IX. Sugestii metodologice	10
X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale	11
XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studiu	12
XII. Resursele didactice recomandate elevilor	13

I. Preliminarii

Dinamica procesului de dezvoltare a progresului tehnico-științific în țările înalt dezvoltate, în general și în Republica Moldova în particular, crează noi facilități avansate atât pentru depistarea și dinamizarea noilor resurse umane, crearea unui potențial intelectual și tehnic sănătos creativ-inventiv, cât și pentru utilizarea acestora cu înaltă eficacitate și măiestrie.

Condițiile geopolitice și economice în care suntem antrenați, au conturat în timp imposibilitatea evidențierii marcante a gradului de utilizare la maximum, cu angajament profesionist a potențialului intelectual - tehnic. Cerințele economiei de piață impun noi condiții de investigație, de realizare și manifestare a acestor posibilități avantajoase, pe care merită să le apreciem drept creatoare de sisteme valorice instructiv-educative, reieșite din condițiile socio-umane și științifice ale țării noastre. Tendința preponderentă, la nivelul național a necesității în spațiu locativ, face ca ramura construcției în republică să se dezvolte într-un termen relativ scurt, fiind ramura cea mai prestigioasă și de mare importanță a economiei naționale.

Disciplinele tehnice au suport legal, Regulamentele elaborate de Ministerul Dezvoltării Regionale și Construcțiilor și documentele normative de proiectare, de execuție și recepție ale lucrărilor de construcții. De aceea, este deosebit de important, ca studenții să cunoască această disciplină la un nivel înalt.

„Bazele termodinamicii și Termotehnica” este una dintre disciplinele de baza în vederea pregătirii specialiștilor în domeniul alimentării cu căldură și gaze, ventilație. Studiarea ei prevede acumularea cunoștințelor în calculul parametrilor de stare a agenților de lucru în instalațiile termice, randamentul ciclurilor termodinamice ale instalațiilor termice, calculul transferului de căldură în diferite condiții.

Disciplina „Bazele termodinamicii și Termotehnica” are la bază principiile teoretice studiate anterior în cadrul disciplinelor teoretice și ingineresti generale cum sunt fizica, chimia, matematica superioară, hidraulica, electrotehnica, etc.

Disciplina „Bazele termodinamicii și Termotehnica” este o disciplină fundamentală și obligatorie, care include:

- termodinamica tehnică, a cărei obiectiv principal îl constituie studiul legăturilor generale și al aspectului tehnic al transformării căldurii în lucrul mecanic și în alte forme de energie. Cunoștințele teoretice obținute în cadrul discipline respective sunt necesare pentru studiul de mai departe a disciplinelor de specialitate: „Instalații de încălzire”, „Generatoare de căldură”, „Instalații de ventilație”, „Instalații de climatizare”, „Rețele termice” etc. Pentru însușirea disciplinei sunt necesare cunoștințe din domeniul unei astfel de discipline generale cum ar fi fizica și matematica superioară;

- termotehnica - transferul de căldură și masă. Studiul transferului de căldură prezintă interes pentru toți inginerii, tehnicienii indiferent de specialitate (constructori, de instalații etc.) deoarece toți întâlnesc în activitatea curentă (producție, proiectare și cercetare) fenomene de transfer de căldură care determină, adesea în cel mai înalt grad, procesele în care intervin. Având în vedere numărul mare, diversitatea, complexitatea și importanța economică a instalațiilor termice din construcții și din celelalte ramuri industriale – la baza funcționării cărora stau procesele de transfer de căldură, studiul părții respective a termotehnicii prezintă un deosebit interes pentru formarea viitorilor specialiști în domeniul instalațiilor.

II. Motivația, utilitatea disciplinei pentru dezvoltarea profesională

Cunoașterea noțiunilor de baza ale termodinamicii și termotehnicii sunt necesare pentru a folosi mai rațional metodele de utilizare a căldurii, analiza proceselor de funcționare a instalațiilor termice din punct de vedere economic. Consumul de energie se majorează permanent. Este cunoscut faptul că pentru alimentarea cu căldură a clădirilor civile și industriale se consumă a treia parte din tot combustibilul organic dobândit. De aceea, în condițiile economiei de piață, când Republica Moldova este într-o dependență totală de piața externă a purtătorilor de energie, iar tarifele se află într-o creștere permanentă, se cer eforturi serioase în ceea ce privește economisirea și valorificarea superioară a energiei.

Principalul consumator de energie în sectorul comunal este instalația de încălzire. Aceasta se explică prin condițiile de exploatare a clădirilor pe timp de iarnă în cazul când pierderile de căldură ale casei depășesc vâdit cantitatea de căldură degajată în interiorul ei.

Sporirea valorificării economice a combustibililor nu se poate realiza fără o ridicare a calității utilizării lor, reducerea costului rețelelor și instalațiilor nu poate fi obținută fără ridicarea calității proiectării și execuției, fără însușirea și aplicarea noilor tehnici, metode și soluții care asigură o economicitate superioară, un coeficient mai bun de utilizare a rețelelor și instalațiilor.

Studierea acestei discipline prevede acumularea cunoștințelor în calculul parametrilor de stare a agenților de lucru în instalațiile termice, randamentul ciclurilor termodinamice ale instalațiilor termice, calculul transferului de căldură în diferite condiții.

III. Competențele profesionale specifice disciplinei

Competența profesională din descrierea calificării: Cunoașterea particularităților constructiv tehnice a sistemelor de alimentare cu căldură și gaze, ventilație și utilizarea limbajului adecvat comunicării profesionale.

Competențe profesionale specifice disciplinei:

- CS1. Compararea sistemelor, stărilor și transformărilor termodinamice;
 CS2. Aplicarea principiilor termodinamicii în domeniul instalațiilor;
 CS3. Determinarea parametrilor vaporilor, aerului umed și a gazelor, folosiți la instalații de încălzire, ventilare și climatizare;
 CS4. Identificarea principiului de funcționare a instalațiilor de forță utilizate în domeniul sistemelor ingineresti;
 CS5. Determinarea cantității de căldură transferate prin diferite moduri și prin diferite suprafețe.

IV. Administrarea disciplinei

Semestrul	Numărul de ore					Modalitatea de evaluare	Numărul de credite
	Total	Contact direct			Lucrul individual		
		Prelegeri	Practică/ Seminar	Lucrări de laborator			
V	120	38	14	8	60	Examen	4

V. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut
1. Sisteme stări și transformări termodinamice	
UC1. Compararea sistemelor, stărilor și transformărilor termodinamice; - definirea noțiunii de sistem termodinamic; - descrierea tipurilor de sisteme termodinamice; - definirea noțiunii de stare termodinamică; - descrierea tipurilor de stări termodinamice de echilibru; - definirea noțiunii de transformare termodinamică; - descrierea tipurilor de transformări termodinamice;	1.1. Introducere. Locul disciplinei în cadrul altor discipline de studiu. 1.2. Sisteme, stări și transformări termodinamice. 1.3. Marimile fizice și calorice de stare pentru gazele perfecte. 1.4. Ecuația de stare a gazelor perfecte.
2. Principiile termodinamicii	
UC2. Aplicarea principiilor termodinamicii în domeniul instalațiilor; - Determinarea căldurii și a capacității termice în transformările termodinamice; - determinarea lucrului mecanic în transformările termodinamice; - argumentarea utilizării în practică a principiilor termodinamice;	2.1. Căldura în transformările termodinamice. 2.2. Lucrul mecanic în transformările termodinamice. 2.3. Principiile termodinamicii. 2.4. Principiul I al termodinamicii. 2.5. Principiul II al termodinamicii. 2.6. Cicli termodinamice.

Unități de competență	Unități de conținut
- prezentarea ciclurilor termodinamice în diagrame.	
3. Vaporii de apă și aerul umed	
UC3.Determinarea parametrilor vaporilor, aerului umed și a gazelor, folosiți la instalații de încălzire și ventilare; - explicarea procesului de producere a vaporilor; - estimarea parametrilor vaporilor de apă; - definirea aerului umed; - explicarea legilor la care se supune aerul umed; - estimarea parametrilor aerului umed; - prezentarea proceselor cu aerul umed în diagrama I-d; - analiza procesului de curgere a gazelor; - aplicarea procesului de laminare a gazelor și vaporilor în domeniul instalațiilor.	3.1. Vaporii de apă. Producerea lor. 3.2. Marimile de sature a vaporilor. 3.3. Transformările termodinamice a vaporilor de apă. 3.4. Aerul umed. Consideratii generale. 3.5. Parametrii de stare a aerului umed. 3.6. Diagrama I-d si procesele termodinamice a aerului umed. 3.7. Curgere a gazelor si a vaporilor. 3.8. Laminarea gazelor si avaporilor.
4. Instalațiile de forță	
UC4.Identificarea principiului de funcționare a instalațiilor de forță utilizate în domeniul sistemelor ingineresti; - enumerarea elementelor componente ale copresorului cu piston; - explicarea principiului de funcționare a copresorului cu piston; - explicarea avantajelor și dezavantajelor compresiei plurietajate; - enumerarea elementelor componente ale turbinei cu gaze; - explicarea principiului de funcționare al turbinei cu gaze; - enumerarea elementelor componente ale turbinei cu abur; - explicarea principiului de funcționare al turbinei cu abur; - enumerarea elementelor componente ale unei instalații de răcire; - explicarea principiului de funcționare al unei instalații de răcire.	4.1. Compresorului cu piston. 4.2. Compresia plurietajata. 4.3. Instalatii de forta cu turbina cu gaze 4.4. Instalatii de forta cu turbinacu abur. 4.5. Instalații de răcire (frigorigice).
5. Transferul de căldură	
UC5.Determinarea cantității de căldură transferate prin diferite moduri și prin	5.1. Transferul de caldura.Consideratii generale.

Unități de competență	Unități de conținut
diferite suprafețe; - identificarea modurilor de transfer de căldură; - determinarea căldurii transferate prin conducție; - determinarea căldurii transferate prin convecție; - determinarea căldurii transferate prin radiație termică; - determinarea căldurii transferate prin transfer global de căldură.	5.2. Noțiuni fundamentale ale transferului de căldură prin conducție. 5.3. Conducția termică prin pereți plani simpli și compusi din mai multe straturi. 5.4. Conducția termică prin pereți cilindrici simpli și compusi din mai multe straturi. 5.5. Convecția termică. Considerații generale. 5.6. Legea fundamentală a convecției termice. Sensul fizic al numerelor de similitudine. 5.7. Convecția liberă. 5.8. Convecția forțată. 5.9. Transferul global de căldură prin pereți plani simpli și compusi din mai multe straturi. 5.10. Transferul global de căldură prin pereți cilindrici simpli și compusi din mai multe straturi. 5.11. Mecanismul fizic al radiației termice. 5.12. Transferul de căldură prin radiație între corpuri.

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	Lucrări de laborator	
1.	Sisteme, stări și transformări termodinamice	30	4	2	4	16
2.	Principiile termodinamicii	12	6	2	-	6
3.	Vaporii de apă și aerul umed	26	10	4	2	12
4.	Instalațiile de forță	8	8	-	-	-
5.	Transferul de căldură	44	10	6	2	26
Total		120	38	14	8	60

Numărul de ore a fiecărei teme este orientativ, profesorul putând să-l modifice cu aprobarea catedrei de specialitate, fără însă a modifica numărul total prevăzut.

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Termeni de realizare
1. Sisteme, stări și transformări termodinamice			
1.1. Parametrii de stare a gazelor perfecte.	Studiu de caz –probleme rezolvate, privind parametrii de stare a gazelor perfecte.	Prezentarea calculelor	Săptămâna 6
2. Principiile termodinamicii			
2.1. Transformări termodinamice cu gazele perfecte.	Probleme rezolvate privind căldura și lucrul mecanic în transformările termodinamice. Prezentare grafică a transformărilor.	Prezentarea calculelor și graficelor	Săptămâna 8
3. Vaporii de apă și aerul umed			
3.1. Transformări termodinamice cu aerul umed.	Situație de integrare - prezentare grafică a proceselor cu aerul umed.	Prezentarea diagramei I-d	Săptămâna 10
5. Transferul de căldură			
5.1. Transferul de căldură prin diferite tipuri de suprafețe.	Probleme rezolvate privind transferul de căldură.	Prezentarea calculelor	Săptămâna 15

VIII. Lucrările practice și de laborator recomandate

Lucrări practice:

Nr.	Unități de învățare	Lista lucrărilor practice	Ore
1.	Sisteme stări și transformări termodinamice	1. Determinarea parametrilor fizici ale unui sistem; 2. Determinarea parametrilor calorici ale unui sistem.	2
2.	Principiile termodinamicii	1. Determinarea căldurii și a lucrului mecanic în transformările termodinamice.	2
3.	Vaporii de apă și aerul umed	1. Determinarea parametrilor vaporilor de apă; 2. Determinarea parametrilor aerului umed.	4
4.	Transferul de căldură	1. Determinarea căldurii transferate prin diferite moduri de transfer de căldură și prin diferite suprafețe.	6

Total 14

Lucrări de laborator:

Nr.	Unități de învățare	Lista lucrărilor de laborator	Ore
1.	Sisteme stări și transformări termodinamice	1. Determinarea presiunii unui sistem. 2. Determinarea temperaturii unui sistem.	4
2.	Vaporii de apă și aerul umed	1. Determinarea parametrilor aerului umed.	2
3.	Transferul de căldură	1. Aprecierea câmpului de temperatură în interiorul îngrădirilor.	2

Total 8

IX. Sugestii metodologice

Tehnologiile didactice aplicate în procesul instructiv educativ vor fi indicate explicit în proiectele didactice elaborate de fiecare profesor în funcție de nivelul de pregătire și progresul demonstrat atât de grupa de elevi în ansamblu, cât și de fiecare elev în parte. La selectarea metodelor și tehnicilor de predare-învățare-evaluare se va promova o abordare specifică, bazată în esență pe stimulare, pe individualizare, pe motivarea elevului și dezvoltarea încrederii în sine.

La alegerea strategiilor didactice se va ține cont de următorii factori:

- scopurile și obiectivele propuse;
- conținuturile stabilite;
- resursele didactice;
- nivelul de pregătire inițială și capacitățile elevilor;
- competențele ce trebuie dezvoltate.

Se recomandă o abordare didactică flexibilă, care lasă loc adaptării la particularitățile de vârstă și individuale ale elevilor, conform opțiunilor metodologice ale fiecărui cadru didactic.

Profesorul va utiliza următoarele metode, procedee și tehnici de predare-învățare:

- prelegerea;
- explicația;
- conversația euristică;
- dialogul etc..

Profesorul va utiliza următoarele forme de lucru:

- frontal;
- individual;
- în echipă.

Se recomandă trecerea de la aranjarea băncilor tradițional, adică în trei rânduri, bancă după bancă și profesorul având banca în față la o aranjare mai armonioasă a elevilor în bănci în diferite scheme astfel ca elevii să poată lucra mai ușor în echipă. Iar profesorul nu trebuie să fie persoana care dictează activitățile dar să servească drept îndrumător-observator.

În proiectarea didactică de lungă și scurtă durată profesorul se va ghida de prezentul curriculum, atât la compartimentul competențe, cât și la conținuturile recomandate. În corespundere cu cerințele didactice, profesorul va planifica ore de sinteză și evaluare, precum și activități practice.

Cadrul didactic va stabili coerența între competențele specifice disciplinei, conținuturi, activități de învățare, resurse, mijloace și tehnici de evaluare. De asemenea, în cadrul lecțiilor, profesorul va utiliza mijloace instructive de tipul: Evocare, Realizarea sensului, Reflecție, Extindere sau proiectarea 5D.

Varietatea metodelor de predare-învățare-evaluare va asigura asimilarea mai lesne a materiei și servește ca instrument de stimulare a interesului elevilor față de disciplină și specialitate.

Se recomandă utilizarea proiectoarelor video unde se pot arăta mai ușor și clar diferite exemple reale, procese tehnologice, echipamente etc. De asemenea se recomandă utilizarea Pinboardului pentru afișarea cartonașelor sau a Flipchart-ului pentru analiza rezultatelor lucrului în echipă.

Studiul individual ghidat de profesor va fi realizat pentru fiecare unitate de conținut, propunându-le elevilor în acest scop sarcini individualizate. Se recomandă aplicarea metodelor interactive de lucru cu elevii, cum ar fi discuția, comunicarea reciprocă, prezentarea. Ca sarcină pentru lucrul individual se recomandă realizarea a 2 lucrări grafice și de calcul (câte o lucrare pentru fiecare capitol al disciplinei). Fiecare elev va primi sarcini individuale.

X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale

Evaluarea este o acțiune complexă integrată în procesul instructiv-educativ prin care se analizează și se apreciază rezultatele academice în care se reflectă obiectivele propuse. Evaluarea pune în evidență măsura în care se formează competențele specifice unității de curs.

Inițial se va începe cu o evaluare a nivelului de cunoștințe din domeniul disciplinelor de cultură generală (fizică, matematică, electrotehnică, hidraulică, materiale de construcție), care va oferi posibilitatea de diagnosticare a nivelului de pregătire a elevilor pentru disciplina „Bazele termodinamicii și Termotehnica”. În cadrul acestei evaluări se va aprecia nivelul de cunoaștere a legilor fizicii, unități de măsură, relații

matematice, circuite electrice, noțiuni din hidraulică, proprietățile materialelor de construcție.

De asemenea, se va aplica evaluarea formativă, care se va desfășura pe tot parcursul studierii disciplinei. Înscopul unei evaluări eficiente se vor utiliza metode tradiționale și de alternativă, prin probe orale și scrise, în funcție de cerințele unității de competență.

Se vor utiliza următoarele metode:

- observarea sistematică a comportamentului elevilor, urmărind progresul personal;
- autoevaluarea;
- portofoliul elevului;
- realizarea proiectelor de grup.

Metodele utilizate vor fi orientate spre valorificarea achizițiilor elevilor și stimularea lucrului în echipă. Pentru fiecare metodă, profesorul va elabora instrumentele de evaluare. De asemenea, lucrările practice și de laborator ce dezvoltă capacități și aptitudini de analiză și evidență, vor servi și ca mod de evaluare curentă. Pe lângă evaluarea orală și evaluarea proiectelor de grup se recomandă și evaluarea scrisă a elevilor. Ținând cont ca disciplina este împărțită în 2 mari capitole se recomandă realizarea a câte 3 evaluări scrise pentru fiecare capitol.

Evaluarea sumativă va fi proiectată în așa mod, încât să asigure dovezi pentru elevi, cadrele didactice și angajatori informații relevante despre achizițiile în termeni de cunoștințe și abilități în baza unor criterii definite explicit.

La elaborarea sarcinilor/itemilor de evaluare formativă și sumativă, profesorul va ține cont de competențele specifice disciplinei. Evaluarea sumativă va avea atât sarcini de analiză a cunoștințelor cât și sarcini practice, situații de integrare sau studii de caz.

Produsele elaborate în cadrul studiului individual vor fi evaluate în bază de criterii și descriptori de evaluare. Se recomandă în cadrul studiului individual să fie evaluate lucrările grafice și de calcul.

Instrumentele de evaluare trebuie să fie adecvate scopului urmărit și să permită elevilor să demonstreze deținerea/stăpânirea competențelor specifice disciplinei.

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studiu

Pentru a realiza cu succes formarea competențelor ce trebuie formate și dezvoltate în cadrul disciplinei „Bazele termodinamicii și Termotehnica” trebuie asigurat un mediu de învățare autentic, relevant și centrat pe elev.

Sala de curs va fi dotată cu mobilier școlar și să aibă condiții ergonomice adecvate.

Lucrările de laborator se vor desfășura în laborator, în încăperi experimentale. Laboratorul va fi dotat cu utilaje, echipamente și materiale necesare pentru realizarea lucrărilor de laborator, în conformitate cu Nomenclatorul laboratorului.

Lista de utilaje, echipamente, instrumente și materiale necesare pentru realizarea lucrărilor practice și de laborator recomandate:

Utilaje: termometre, manometre, PH-metru.

Instrumente și materiale: rigle, diagrama I-d, termometru -20-100 °C.

Echipamente: halate, mănuși, ochelari de protecție.

Lista materialelor didactice: acte normative ale RM referitoare domeniul construcții, ghiduri metodologice, ghiduri de performanță, diagrame.

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ procurată resursa	Numărul de exemplare disponibile
1.	D. Ștefănescu, B. Gronwald, V. Trifan, Gh. Moldovanu, C. Papandopol, Bazele termotehnicii. București, Editura didactică și pedagogică, 1970.	Bibliotecă	20
2.	A. Oprețoiu. Termotehnica și aparate termice. Termodinamica tehnică. Inst. Polit. Cluj-Napoca, 1989	Bibliotecă	20
3.	N. Leonăchescu, E. Șandru, V. Carțaș, C. Mihaila, V. Caluianu. Probleme din termotehnica. București. Editura didactică și pedagogică, 1977	Bibliotecă	20
4.	F. Iordache, Termotehnica construcțiilor, Editura MatrixROM, București, 2010.	Bibliotecă	3