

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

Instituția de învățământ superior	Universitatea "Ștefan cel Mare" Suceava
Facultatea	Inginerie Mecanică Autovehicule și Robotică
Departamentul	Mecanică și Tehnologii
Domeniul de studii	Ingineria autovehiculelor
Ciclul de studii	Licență
Programul de studii	Autovehicule rutiere

2. Date despre disciplină

Denumirea disciplinei	TERMOTEHNICĂ				
Titularul activităților de curs	Prof.univ.dr.ing. Ioan MIHAI				
Titularul activităților aplicative	Prof.univ.dr.ing. Ioan MIHAI				
Anul de studiu	II	Semestrul	4	Tipul de evaluare	Examen
Regimul disciplinei	Categorია formativă a disciplinei DF - fundamentală, DD - în domeniu, DS - de specialitate, DC - complementară				DD
	Categorია de opționalitate a disciplinei: DI - impusă, DO - opțională, DF - facultativă				DI

3. Timpul total estimat (ore alocate activităților didactice)

I a) Număr de ore pe săptămână	4	Curs	2	Seminar	1	Laborator	1	Proiect	0
I b) Totalul de ore pe semestru din planul de învățământ	56	Curs	28	Seminar	14	Laborator	14	Proiect	0

II Distribuția fondului de timp pe semestru:	ore
II a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe	31
II b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren	11
II c) Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri	24
II d) Tutoriat	-
III Examinări	3
IV Alte activități: pregătire examen și teste	-

Total ore studiu individual II (a+b+c+d)	66
Total ore pe semestru (I+II+III+IV)	125
Numărul de credite	5

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> • DF.O1.01 - Analiză matematică • DF.O2.10 - Algebră, geometrie analitică și diferențială • DF.O2.11 – Fizică
------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5. Condiții (acolo unde este cazul)

Desfășurare a cursului	<ul style="list-style-type: none"> • calculator portabil, videoprojector, note de curs în format editat, prezentări animații specifice termotehnicii 	
Desfășurare aplicații	Seminar	<ul style="list-style-type: none"> • materiale didactice pentru seminarizare
	Laborator	<ul style="list-style-type: none"> • îndrumar de laborator, referate de laborator în format editat și în format electronic, standuri experimentale, desktopuri - 10 buc. Software specializat: CoolPack, Cycle Pad, ESI[tronic], Vag Com, SP107, Madur GA12,
	Proiect	<ul style="list-style-type: none"> • nu este cazul

6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	CP4 Efectuează cercetare științifică – 1CR; CP9 Examinează principii tehnice – 1CR; CP10 Evaluează performanța motorului – 1CR; CP11 Utilizează documentație tehnică – 1CR;
-------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Competențe transversale	CT4 Soluționează probleme – 1CR;
-------------------------	----------------------------------

7. **Obiectivele disciplinei** (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

Obiectivul general al disciplinei	Disciplina are ca obiectiv general cunoașterea și aplicarea în practică a principiilor fundamentale ale termodinamicii pentru utilizarea optimă a energiei disponibile. Sunt studiate și analizate transformările termodinamice și modalitățile de schimb de căldură care au aplicabilitate în tehnică.
	Cunoștințele dobândite pot fi utilizate în proiectarea sau exploatarea echipamentelor termice care includ cicluri termodinamice, transfer de căldură și de masă. (CP1; CP2)
Obiective specifice	<ul style="list-style-type: none"> • CURS/seminar 1. Cognitive (<i>cunoașterea și utilizarea adecvată a noțiunilor disciplinei</i>) <ul style="list-style-type: none"> a. Cunoaștere și înțelegere: <ul style="list-style-type: none"> - definirea conceptelor specifice termotehnicii și termodinamicii cum ar fi <i>căldura, lucrul mecanic, energia internă, entropia, exergia, anergia</i>. - deprinderea de a utiliza corect termenii de specialitate axați pe analiza termo-energetică și de a înțelege rolul și sensul ciclurilor termodinamice; - înțelegerea mecanismelor de funcționare specifice mașinilor și instalațiilor termo-energetice și deprinderea studenților de a-și însuși cunoștințele de bază. b. Explicare și interpretare: <ul style="list-style-type: none"> - stabilirea unor conexiuni între cunoașterea proceselor din mașinile și instalațiile termice în concordanță cu evoluția ciclurilor termodinamice; - obișnuirea studenților în ceea ce privește argumentarea enunțurilor prin predare interactivă cu exemplificări ale noțiunilor predate; - asigurarea capacității absolvenților de a analiza și sintetiza, de a generaliza, și în final de a concretiza în soluții funcționale noțiunile disciplinei studiate. • Laborator Tehnice / profesionale: <ul style="list-style-type: none"> - efectuarea de activități practice în cadrul lucrărilor de laborator axate și pe un caracter interpretativ-demonstrativ; - obișnuirea de a dezvolta capacități privind descrierea stărilor termodinamice, proceselor de schimb de căldură, fenomenelor de transfer; - dobândirea de abilități privind rezolvarea de probleme prin analiza termodinamică a fenomenelor specifice mașinilor și instalațiilor termice; - capacitatea de a transpune în practică informațiile dobândite; - dezvoltă unor abilități de cercetare și creativitate; - atragerea studenților către activități de proiecte și cercetare specifice termotehnicii.

8. **Conținuturi**

Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observații / Metode de învățare
1. INTRODUCERE. BAZELE TERMODINAMICII TEHNICE 1.1. Cursul introductiv are ca scop prezentarea obiectivelor, tematicii disciplinei, bibliografiei, modului de evaluare pe parcurs și a celui de evaluare finală, precum și realizarea altor clarificări necesare 1.2. Obiect și metode de investigare. Metode generale de studiu. Sisteme termodinamice, mărimi de stare, interacțiunea dintre sistem și mediu. 1.3. Postulatele termodinamicii	2	Instruire, expunere, conversație. Prelegerea participativă, dezbateră, expunerea, problematizarea, demonstrația	<i>Cunoașterea scopului disciplinei</i>
2. BILANȚ ENERGETIC. PRIMUL PRINCIPIU AL TERMODINAMICII 2.1. Introducere. Bilanțul energetic al transformărilor de stare în sisteme închise. Energia internă, lucrul mecanic, căldura, 2.2. Bilanțul energetic al transformărilor de stare în sisteme deschise: entalpia. 2.3. Bilanțul energetic pe baza entalpiei transformărilor de stare în sisteme închise și deschise	2		<i>Obișnuința de a înțelege diversele forme ale energiei</i>

2.4. Formulările primului principiu al termodinamicii 2.5. Exprimarea matematică a primului principiu 2.6. Aplicarea primului principiu la procese elementare			
3. AGENTI DE LUCRU: GAZE SI AMESTECURI DE GAZE 3.1 Legile simple ale gazelor ideale 3.2 Capacitatea termică specifică a gazelor ideale 3.3 Amestecuri de gaze ideale	2	Prelegerea participativă, dezbateră, expunerea, problematizarea, demonstrația	<i>Diferențierea gazelor ideale de cele reale</i>
4. TRANSFORMARI DE STARE ALE GAZELOR SI ALE AMESTECURILOR DE GAZE 4.1. Transformări izocoră 4.2. Transformarea izobară 4.3. Transformarea izotermică 4.4. Transformarea adiabatică 4.5. Transformarea politropică	2		<i>Înțelegerea legilor simple ale gazelor perfecte</i>
5. TRANSFORMAREA ENERGIEI: PRINCIPIUL AL DOILEA AL TERMODINAMICII 5.1. Procese ciclice. Ciclul Carnot. Randamentul termic 5.2. Tratări fenomenologice și formulările principiului doi al termodinamicii 5.3. Entropia proceselor reversibile și ireversibile 5.4. Calculul entropiei 5.5. Reprezentarea proceselor în diagramele entropice.	2		<i>Explicarea și înțelegerea proceselor termice repetitive</i>
6. PROCESE IN MASINI TERMICE PENTRU AUTOMOBILE 6.1. Metodele termodinamicii, introducere 6.2. Metoda ciclurilor. Ciclurile motoarelor termice 6.3. Ciclurile instalațiilor de climatizare și ale pompelor de căldură 6.4. Metoda potențialelor termodinamice 6.5. Metoda energetică	2		<i>Stabilirea resurselor energetice în baza categoriilor de potențiale</i>
7. GAZE REALE 7.1. Proprietățile gazelor reale 7.2. Ecuatiile termice de stare ale gazelor reale 7.3. Mărimi de stare ale gazelor reale 7.4. Laminarea gazelor reale. Efectul Joule-Thompson	2		<i>Cunoașterea aplicațiilor gazelor reale</i>
8. AGENTI DE LUCRU: VAPORI SI AMESTECURI GAZ-VAPORI 8.1. Procesul de vaporizare 8.2. Mărimi de stare ale vaporilor 8.3. Diagramele termodinamice ale vaporilor 8.4. Procesele termodinamice ale vaporilor 8.5. Instalații termo - energetice cu vapori	2		<i>Aprecierea cantitativă și calitativă a energiei generate de mașinile cu vapori</i>
9. DINAMICA GAZELOR 9.1. Noțiuni introductive 9.2. Ecuatiile fundamentale ale curgerii: <ul style="list-style-type: none"> • Ecuatia continuității • Ecuatia conservării energiei • Ecuatia impulsului • Ecuatia conservării momentului 9.3. Curgerea fluidelor prin ajutaje: <ul style="list-style-type: none"> • Curgerea fără frecare prin ajutaje • Curgerea cu frecare prin ajutaje 9.4. Ajutajul convergent 9.5. Ajutajul convergent-divergent	2		<i>Înțelegerea ecuațiilor fundamentale ale curgerii și a fenomenelor din ajutaje</i>
10. TERMODINAMICA ARDERII 10.1. Combustibili 10.2. Amestecuri aer-combustibil 10.3. Puteri calorice 10.4. Calculul proceselor de ardere 10.5. Desfășurarea reacțiilor de ardere 10.6. Procesele de ardere din motoarele cu aprindere	2		<i>Cunoașterea combustibililor și a principiilor arderii</i>

prin scânteele și prin comprimare			
11. TRANSMITEREA CĂLDURII 11.1 Noțiuni fundamentale de transfer de căldură 11.1.1. Moduri elementare de transfer de căldură 11.1.2. Mărimile caracteristice ale transferului de căldură 11.2. Transferul de căldură prin conducție termică 11.2.1. Fenomenul fizic al transferului de căldură prin conducție termică 11.2.2. Legea lui Fourier pentru fluxul termic conductiv 11.2.3. Ecuația Fourier. Integrarea ecuațiilor Fourier, Laplace, Poisson 11.3. Transferul de căldură conductiv în regim permanent, unidirecțional fără surse interne de căldură <ul style="list-style-type: none"> • Pereți plan paraleli simpli și stratificați • Pereți cilindrici simpli și stratificați • Pereți sferici simpli și stratificați 	2		<i>Deprinderea de a distinge modurile de transmitere a căldurii</i>
12. TRANSFERUL DE CĂLDURĂ CONVECTIV ȘI RADIATIV 12.1. Transferul de căldură convectiv fără schimbarea stării de agregare 12.1.1. Legile transferului de căldură convectiv 12.1.2. Determinarea coeficientului de căldură convectiv prin metoda similitudinii 12.2. Transferul de căldură prin radiație termică 12.2.1. Legile radiației 12.2.2. Transferul de căldură prin radiație între două suprafețe solide	2	Prelegerea participativă, dezbaterea, expunerea, problematizarea, demonstrația	<i>Aplicații ale transferului de căldură convectiv</i>
13. MĂSURAREA MĂRIMILOR TERMODINAMICE 13.1. Mărimi termodinamice în ingineria automobilelor 13.2. Măsurarea parametrilor de stare ai agenților de lucru 13.3. Determinarea transformărilor de stare	2		<i>Utilizarea noțiunilor de specialitate la automobile</i>
14. ELEMENTE DE BAZA ȘI APLICAȚII DE SIMULARE A PROCESELOR 14.1. Introducere 14.2. Modelarea cu ajutorul simulării numerice 14.3. Exemple de simulare numerică a proceselor într-un motor cu piston	2		<i>Deprinderea de a simula numeric procese specifice m.a.i.</i>
Bibliografie CURS			
1. Hutter K., Wang Y., <i>Termodinamică și mecanica fluidelor - Volumul 2: Mecanica Fluidelor Avansate și fundamentele termodinamicii</i> , (eBook), DOI 10.1007/978-3-319-33636-7, Springer, 633 pag., 2016. 2. Kondepudi D., Prigogine I., <i>Termodinamică modernă – De la motoarele termice la structuri disipative</i> , Second edition, John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, United Kingdom, 523 pag., 2015. 3. Mihai I. <i>Termodinamica și transmiterea căldurii</i> , Editura Universității din Suceava, 1996. - 212 p, - 25 ex. revizuit în format electronic 2019. 4. Mihai I. <i>Mașini și instalații termice</i> , Editura Universității din Suceava, 2004 (25 ex.). 5. Šesták J., Hubík P., Mareš J.J., <i>Termodinamică fizică și analiză termică – Subiecte la zi privind calorimetria și analiza termică: De la Macro la Micro, în Termodinamică, CINETICĂ ȘI NANOMATERIALE</i> , Springer, ISSN 1571-3105 ISSN 2542-4505 (electronic), DOI 10.1007/978-3-319-45899-1, 567 pag., 2017. 6. Uzuneanu K., <i>Elemente fundamentale de termotehnică</i> , “Dunărea de Jos” University of Galați, ISBN 978-606-696-094-6, CD-ROM, 2018.			
Bibliografie minimală CURS			
1. Mihai I. <i>Termodinamica și transmiterea căldurii</i> , Editura Universității Suceava, 1996. - 212 p, (25 ex.) revizuit electronic în 2019. 2. Uzuneanu K., <i>Elemente fundamentale de termotehnică</i> , “Dunărea de Jos” University of Galați, ISBN 978-606-696-094-6, CD-ROM, 2018.			

Aplicații (Seminar/laborator/proiect)	Nr. ore	Metode de predare	Observații
TEMATICĂ SEMINAR			
1. Prezentare tematică seminar. Trasarea ciclurilor motoare folosind transformări simple de stare. Trasarea ciclurilor termodinamice inversate folosind transformări simple de stare	2	Evaluarea cunoștințelor	Cunoașterea succesiunii logice a transformărilor simple de stare. Distingerea diferențelor dintre ciclurile directe și cele inversate
2. Trasarea în coordonate pV, pT, VT a unor transformări simple de stare. Probleme specifice primului principiu al termodinamicii	2	Evaluarea cunoștințelor	Posibilitatea de a schimba coordonatele. Înțelegerea primului principiu al TD
3. Ciclul Carnot. Tematică de sinteză a transformărilor de stare	2	Test de sinteză	Cunoașterea parametrilor de eficiență. Calcul tabelar și reprezentări grafice
4. Ciclul motor cu vapori – utilizarea tabele vaporilor și diagramele pentru vapori	2	Evaluarea cunoștințelor	Lucrul cu tabelele și diagrame pentru vaporilor
5. Curgerea gazelor prin ajutaje. Transferul de căldură prin conducție termică	2		Stabilirea regimului de curgere în ajutaje. Efectuarea de aplicații în schimbul de căldură.
6. Probleme de transfer global de căldură	2	Test de sinteză	Explicarea diferențelor între modelele matematice adoptate pentru schimbul de căldură în tehnică
7. Determinarea parametrilor mașinilor termice	2	Evaluare finală	Cunoașterea parametrilor de eficiență specifici mașinilor termice
Bibliografie seminar			
1. Mihai I. , Note de seminar la termotehnică și mașini termice, format electronic, 128 pag., 2019.			
2. Damian Valeriu , Probleme de termotehnică, Editura Academica, Galați, ISBN 978-973-8937-32-1, 260 pag., 2003.			
Petrescu E., Păun V. , Probleme de fizică, Cap. 4 Termodinamică, format electronic, pag. 72-167.			
Bibliografie minimală seminar			
Mihai I. , Note de seminar la termotehnică și mașini termice, format electronic, 128 pag., 2019.			
LISTA LUCRĂRILOR DE LABORATOR			
1. Laborator introductiv. Familiarizarea studenților cu conținutul laboratorului, prezentarea unor detalii organizatorice, norme de securitate și sănătate în muncă. Metode de determinare a temperaturii în tehnică	2	Instruire, expunere, conversație Lucrări practice Metode experimentale	Noțiuni introductive. Înțelegerea principiilor care stau la baza măsurării temperaturii.
2. Determinarea experimentală a exponentului adiabatic al gazelor după metoda Clement & Desormes	2		Efectuarea unor determinări experimentale cu echipament specializat.
3. Măsurarea debitelor de aer cu ajutorul diafragmei – efectuarea măsurătorilor și efectuarea calculelor	2		Cunoașterea unei metode care să permită măsurarea debitului de fluid.
4. Studiul proceselor de comprimare în ejector	2		Stabilirea rolului zonelor funcționale ale ejectoarelor și determinarea parametrilor acestora
5. Aplicații ale softului CyclePad la ciclul motor cu vapori – ciclul Rankine	2		Utilizarea unui soft specializat în stabilirea ciclurilor și parametrilor vaporilor de apă
6. Determinarea capacității calorice specifice a corpurilor solide și lichide. Măsurarea conductivității termice a corpurilor solide	2		Determinarea cu precizie a capacității calorice și a conductivității termice
7. Transmiterea căldurii între fluide separate de pereți cilindrici simpli sau stratificați. Predarea referatelor. Refacerea lucrărilor. Evaluare finală.	2		Folosirea mediului de programare ARDUINO în la măsurarea temperaturii între straturile pereților cilindrici.
Bibliografie laborator			

1. Coman G., *Îndrumar laborator termotehnică*, Ed. Zigotto, ISBN 978-606-669-191-8, 135 pag., 2016.
2. Mihai I., *Îndrumar de laborator – Termodinamica si transmiterea căldurii*, Editura Universității Suceava, 96 pag. 25 ex., 1996 revizuit 2020.
3. Mihai I., Crasi M. *Mașini și instalații termice: îndrumar de laborator*, Ed. Universității Suceava, ISBN 978-973-666-285-0 (3 recenzori), 146 pag. – 25 ex., 2008.
4. Eugenia Stăncuț, Alexandru Dima, Cerban Madalina, Cernaianu Corina Dana, **TERMOTEHNICĂ ȘI ECHIPAMENTE TERMICE** Îndrumar de Laborator, ISBN: 978-606-14-1370-6, Editura: Editura Universitaria, 160 pag., 2018

Bibliografie minimală laborator

1. Mihai I., Crasi M. - *Mașini și instalații termice: îndrumar de laborator*, Ed. Universității Suceava, ISBN 978-973-666-285-0 (3 recenzori), 2008, 146 pag. – 25 ex.
2. Mihai I., *Îndrumar de laborator – Termodinamica si transmiterea căldurii*, Editura Universității Suceava, 96 pag. 25 ex., 1996 revizuit 2020.

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului

- Conținutul disciplinei este în concordanță cu cele ale disciplinelor similare predate la programe de studii de la facultăți de profil din țară și străinătate. În cadrul întâlnirilor cu reprezentanții asociațiilor profesionale și cu angajatorii, aceștia au fost consultați cu privire la conținutul disciplinei, astfel încât competențele dobândite de absolvenții acestei specializări să răspundă cerințelor pieței muncii.
- Studenții pot lucra ca specialiști în sisteme mecatronice la autovehicule, climatizare, încălzire, motoare termice cât și în producția de piese, subansamble, ansamble specifice domeniului termic.

10. Evaluare

Tip activitate	Criterii de evaluare	Metode de evaluare	Pondere din nota finală
I. Curs	<p><i>Criterii generale:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - gradul de asimilare a limbajului de specialitate și capacitatea de comunicare (CP9); - completitudinea și corectitudinea cunoștințelor (CP9); - coerența logică, fluența, expresivitatea, forța de argumentare (CP10); - capacitatea de a opera cu cunoștințele asimilate în activități intelectuale complexe (CT4); <p><i>Criterii specifice de evaluare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - înțelegerea principiilor de funcționare și a proceselor din mașinile și instalațiile termice (CP4); - abilități de lucru cu diagrame și de interpretare fenomenologică (CP9). <p><i>Criterii comportamentale:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - participarea activă și frecvența la cursuri; - conștiințiozitatea, interesul pentru studiul individual. 	Evaluare orală inițială, continuuă (formativă - pe parcursul semestrului) și sumativă	60%
II. Aplicații	<p><i>Criterii generale:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - capacitatea de aplicare în practică, în contexte diferite, a cunoștințelor învățate (CP4); - capacitatea de analiză, de interpretare personală, originalitatea, creativitatea (CT4). <p><i>Criterii specifice de evaluare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - abilități în efectuarea unor lucrări practice, în culegerea și interpretarea datelor experimentale (CP4); - abilități de lucru cu softuri specializate precum ANSYS, Matlab, MathCad, C++ etc. (CT4) - modul de transpunere a cunoștințelor acumulate la curs, în activitățile de seminar sau laborator (CP11); - modul de susținere, argumentare și justificare a soluțiilor adoptate în urma calculelor de la seminar sau laborator (CP9). <p><i>Criterii comportamentale:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - participarea activă și frecvența la aplicații; - conștiințiozitatea, interesul pentru studiul individual. 		40%

Standard minim de performanță

10.1. Standard minim de performanță evaluare la curs

Standarde minime pentru nota 5:

- tratarea a minimum două subiecte din cele trei ale biletului de examen;
- cunoașterea terminologia specifice proceselor din mașinile și instalațiile termice;

- cunoașterea problemelor de bază privind interpretarea schemelor;
- identificarea principalelor transformări ale unui ciclu termodinamic;
- cunoașterea noțiunilor fundamentale pentru cel de-al treilea subiect, fără să poată să dezvolte în detaliu ;

Standarde minime pentru nota 10:

- abilități, cunoștințe certe și profund argumentate privind procesele din mașinile termice;
- însușirea principalelor noțiuni, idei, teorii specifice transformările termodinamice;
- cunoașterea rolului și a modului de funcționare a echipamentelor și subansamblelor termice;
- cunoașterea metodologiei de calcul a proceselor din mașinile și instalațiile termice;
- să dovedească un mod personal de abordare și interpretare a cunoștințelor care necesită un studiu mai aprofundat;

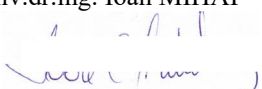
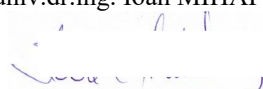
10.2. Standard minim de performanță evaluare la activitatea aplicativă

Standarde minime pentru nota 5:

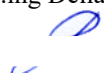
- prezentarea referatelor pentru fiecare lucrare de laborator;
- explicații minimale în descrierea modului de lucru la activitățile practice.

Standarde minime pentru nota 10:

- participarea activă la fiecare lucrare de laborator cu explicarea detaliată a modului de lucru;
- prezentarea corectă a problematicii abordate la lucrările de laborator;
- corectitudine în operarea instalațiilor de laborator;
- obținerea unor rezultate corecte, o interpretare adecvată a acestora și înțelegere a fenomenelor;
- redarea corectă în referat a principalelor noțiuni, idei, teorii specifice lucrărilor de laborator.

Data completării	Semnătura titularului de curs	Semnătura titularului de aplicație
16.09.2024	Prof.univ.dr.ing. Ioan MIHAI 	Prof.univ.dr.ing. Ioan MIHAI 

Data avizării	Semnătura responsabilului de program
18.09.2024	

Data avizării în departament	Semnătura directorului de departament
19.09.2024	Conf.univ.dr.ing Delia-Aurora CERLINĂ 

Data aprobării în consiliul facultății	Semnătura decanului
19.09.2024	Prof.univ.dr.ing. Ilie MUSCA 