**FACULTATEA DE INGINERIE**

**UNIVERSITATEA ”DUNĂREA DE JOS” DIN GALAŢI**

Str. Domnească nr. 111,

Tel.: +40 336 130208

800201 -

Galaţi, România Fax: +40 236 314

463

[www.ing.ugal.r](http://www.ing.ugal.ro/)

[o](http://www.ing.ugal.ro/)

# Departamentul Sisteme Termice și Autovehicule Rutiere

**PROGRAMA ANALITICĂ - EXAMEN DIPLOMĂ – 2020**

**Programul de studiu – SISTEME ŞI ECHIPAMENTE TERMICE**

# I. TERMOTEHNICĂ

1. **Termodinamică generală**: sistem termodinamic, parametrii termodinamici, echilibru termodinamic, transformări statice și nestatice, procese reversibile și ireversibile; schimbul de energie al sistemului termodinamic cu exteriorul: lucrul mecanic, energia internă și căldură; principiile I și al II-lea ale Termodinamicii aplicate la procese reversibile si ireversibile in sistem termodinamic închis, deschis și la cicluri.
2. **Termodinamica agenților termici**: amestecuri de gaze perfecte: participații masice, volumice şi molare, constanta și masa molară a amestecului, densitatea, volumul specific, căldura specifică, energia internă, entalpia și entropia amestecului; gaze reale: vaporii și transformările simple ale acestora, tabele și diagrame de vapori; aerul umed: proprietăţi fizice (compoziție, presiune, temperatură, umiditate, volum specific și densitatea aerului umed), transformările simple de stare (la conținut de umiditate constant, la temperatură constantă la entalpie constantă şi amestecul a două debite de aer umed cu stări diferite); transformarea energiei cinetice în energie potențială şi invers; ajutaje.
3. **Termodinamica ciclurilor mașinilor termice**: ciclul Carnot reversibil total, ciclul teoretic al motoarelor cu ardere internă și externă, ciclul teoretic al compresoarelor cu piston, ciclul Rankine (cilul motor cu vapori), cicluri de termoficare, ciclul mașinii frigorifice și al pompei de căldură (ciclul generator cu vapori).

 **Bibliografie:**

1. [Adrian Bejan, *H*](https://www.bookdepository.com/author/Adrian-Bejan)*eat Transfer Handbook*, Wiley, 2003.
2. Andrei D., Andrei G., *Termodinamică tehnică și transfer de căldură*, Ed. Didactică și Pedagogică, București. 2004.
3. Damian V., Iosifescu Cr., Coman G., *Termotehnică*, Ed. Academica, Galați, 2005.
4. Damian V., *Termotehnică. Probleme*, Ed. Academica, Galați, 2007.

# II. TRANSFER DE CĂLDURĂ ȘI MASĂ

1. **Conducţia termică**. Conducţia termică în regim staţionar prin perete plan omogen și neomogen. Conducţia termică în regim staţionar prin perete cilindric omogen și neomogen.
2. **Convecţia termică**. Metode utilizate în studiul convecţiei termice: analiza dimensională. Convecția liberă. Criterii de similitudine. Convecția forțată. Criterii de similitudine.
3. **Radiaţia termică**. Mărimi caracteristice radiaţiei termice.
4. **Transferul total de căldură**. Transferul total de căldură luând în considerare conducţia şi convecţia. Transferul total de căldură luând în considerare convecţia şi radiaţia.
5. **Aparate schimbătoare de căldură**. Definire. Clasificare. Calcul termic. Calculul diferenţei medii logaritmice de temperatură pentru curgerea fluidelor în echicurent. Calculul diferenţei medii logaritmice de temperatură pentru curgerea fluidelor în contracurent.

# Bibliografie

1. Ștefănescu D., ș.a., *Transfer de căldură și masă. Teorie și aplicații*, EDP, București, 1983.
2. Miron V., *Aparate schimbătoare de căldura. Recomandări privind calculul termic*, Ed. Zigotto, Galați, 1999.
3. Miron V., Paraschiv S.L., Paraschiv S., *Transfer de căldură. Îndrumar de laborator*, Ed. Fundației Universitare „Dunărea de Jos”, Galați, 2006.

# III. INSTALAȚII FRIGORIFICE ȘI POMPE DE CĂLDURĂ (IFPC) IFPC – I

1. **Noțiuni generale:** Principiul de funcționare a instalațiilor frigorifice si pompelor de căldura; Agenți de lucru folosiți în instalațiile frigorifice și pompele de căldură.
2. **Proprietăţi ale agenților frigorifici:** Diagrame termodinamice; Analiza proprietăţilor agenților frigorifici; Agenți frigorifici puri, amestecuri binare şi multicomponent de agenți frigorifici.
3. **Noțiuni fundamentale privind instalațiile frigorifice și pompele de căldură cu comprimare mecanică de vapori :** Ciclul Carnot; Conversia energiei în instalațiile frigorifice si pompele de căldură; Ciclul teoretic de funcționare a unei instalații frigorifice cu comprimare mecanică de vapori într-o treaptă de comprimare.
4. **Instalații frigorifice și pompe de căldură cu comprimare mecanică de vapori într-o treaptă de comprimare:** Principiul de funcționare și reprezentarea ciclului în principalele diagrame termodinamice; Calculul termic al unui ciclu frigorific cu comprimare mecanică de vapori și analiza performanțelor acestuia.
5. **Instalații frigorifice și pompe de căldura cu comprimare mecanică de vapori în mai multe trepte de comprimare:** Instalații frigorifice și pompe de căldură cu comprimare mecanică de vapori în două trepte de comprimare; Schema instalației și reprezentarea procesului în diagrame termodinamice; Calculul termic al instalației; Posibilităţi de îmbunătăţire a eficienței ciclului frigorific.
6. **Instalații frigorifice și pompe de căldură cu absorbție:** Principiul de funcționare a unei instalații frigorifice cu absorbție; Principalele fluide de lucru din instalațiile cu absorbție;
7. **Instalații frigorifice cu adsorbție:** Principiul de funcționare a unei instalații frigorifice cu adsorbție; Principalele substanțe de lucru din instalațiile cu adsorbție.

# IFPC – II

1. **Aparate schimbătoare de căldură**: Clasificarea schimbătoarelor de căldură, Tipuri de schimbătoare de căldură utilizate în instalații frigorifice, Calculul schimbătoarelor de căldură.

# 2. Calculul termic al aparatelor schimbătoare de căldură: Calculul termic de proiectare,

Calculul termic de verificare, Ecuaţiile bilanţului termic şi ale schimbului de căldură, Diferenţa medie de temperatură, Temperaturile finale şi medii ale agenţilor,

1. **Condensatoare:** Clasificarea condensatoarelor, Condensatoare răcite cu apă, Condensatoare răcite cu aer, Condensatoare cu răcire mixtă (apă şi aer), Caracteristici de funcţionare ale condensatoarelor.
2. **Vaporizatoare**: Clasificarea vaporizatoarelor, Vaporizatoare multitubulare în manta cu funcţionare înecată (VMO), Vaporizatoare cu fierberea agentului frigorific în ţevi (VFT), Calculul termic al vaporizatoarelor pentru răcirea lichidelor, Caracteristici de funcţionare ale vaporizatoarelor.

# 5. Răcitoare de aer prin suprafaţă, prin contact şi baterii de răcire

1. **Butelii de răcire intermediară** (cu serpentină, fără serpentină)
2. **Schimbătoare de căldură regenerative** (interne): Funcţionare şi construcţie, Calculul termic şi hidrodinamic.
3. **Schimbătoare de căldură cu plăci**: Clasificare - tipuri, Schimbătoare de căldură cu plăci cu garnituri, Schimbătoare de căldură cu plăci sudate, Estimarea termică a unui schimbător cu plăci. **Bibliografie**
4. Porneală S., Porneală Cr., *Procese în instalaţii frigorifice şi pompe de căldură*, *Comprimare mecanică de vapori*, Vol. 1, Editura Fundaţiei Universitare “Dunărea de Jos“, Galaţi, 2004.
5. Chiriac F., *Instalaţii frigorifice*, Ed. Tehnică Bucureşti, 1972
6. Iosifescu Cr., Iosifescu C., *Calculul şi construcţia instalaţiilor frigorifice*, Ed. Bren, Bucureşti, 2003
7. Iosifescu Cr., *Instalaţii frigorifice şi pompe de căldură II - Lucrări de laborator*, Galați, 2006

# IV. INSTALAŢII TERMOENERGETICE

1. Funcţia generatorului de abur. Reprezentarea funcţionării unei instalaţii energetice care funcţionează după ciclul Clausius - Rankine în diagrama T-s. Bucla de circulaţie naturală a apei într-un cazan cu circulaţie naturală. 2. Ecuaţiile de compoziţie ale combustibililor. Factori de conversie de la o stare la alta.

1. Determinarea prin calcul a puterii calorifice. Erori relative de calcul, stabilirea celor mai potrivite formule statistice de calcul. Puterea calorifică inferioară şi superioară a combustibililor. Combustibil convenţionali.
2. Schemele de analiză tehnică combustibililor. Schemele de analiza elementală pentru combustibili. 5. Determinarea temperaturilor de pompare şi de pulverizare a păcurii.
3. Determinarea prin calcul a volumelor de aer necesar arderii și de gaze de ardere (arderea stoechiometrică şi arderea cu exces de aer).
4. Determinarea conţinutului de căldură a gazelor de ardere pentru temperaturi din zona temperaturii adiabatice. Diagrama Iga(t,λ).
5. Temperatura adiabatică de ardere.
6. Temperatura de rouă a gazelor de ardere. Corodarea de joasă temperatură.
7. Bilanţul termic direct al instalaţiei de cazan. Randamentul energetic.
8. Determinarea prin calcul a pierderilor energetice ale instalaţiei de cazan. Randamentul calculat pe cale indirectă.
9. Tipuri de generatoare de abur. Cazane cu circulaţie naturală si cu circulaţie forţată.
10. Ciclurile teoretice şi reale ale instalaţiilor cu turbine cu abur. Ciclurile teoretice şi reale ale instalaţiilor cu turbine cu gaze. Instalaţii binare cu turbine.
11. Studiul destinderii fluidelor în ajutaje. Studiul curgerii fluidelor de lucru printre paletele mobile.

Forţele şi momentele ce acţionează asupra paletelor mobile. Curgerea prin reţele de palete mobile lungi.

1. Pierderi de energie în treaptă şi pe întreaga turbină. Optimizarea parametrilor treptei.
2. Ciclurile teoretice şi reale ale instalaţiilor cu turbine cu abur. Ciclurile teoretice şi reale ale instalaţiilor cu turbine cu gaze. Instalaţii binare cu turbine.
3. Studiul destinderii fluidelor în ajutaje. Studiul curgerii fluidelor de lucru printre paletele mobile.

Forţele şi momentele ce acţionează asupra paletelor mobile. Curgerea prin reţele de palete mobile lungi.

# Bibliografie

1. Pănoiu N., *Cazane de abur*, EDP, București, 1982.
2. Ionită I., *Generatoare de abur*, vol. 1, Universitatea din Galați, 1990.
3. Ungureanu, C., Pănoiu, N.,. Zubcu, V., Ionel I., *Combustibili. Instalații de ardere*. *Cazane*, Ed. Politehnica, Timişoara, 1998.
4. Vatachi N., Miron V., *Utilaje termice*, vol. II, Ed. Fundației Universitare „Dunărea de Jos” din Galați.
5. Vatachi N., *Generatoare de abur*, Curs format electronic, 2016.
6. Panait T., *Procese în turbine cu abur şi gaze*, Ed. Fundaţiei Universitare “Dunărea de Jos”, Galaţi, 2003.
7. Creţa G., *Turbine cu abur şi cu gaze*, Ed. Tehnică, Bucureşti, 1996.
8. Iordache I., Oprea I., Negreanu G.P., Georgescu M.E., Berbece V., *Turbine cu abur și gaze*, Editura Tehnică, București, 2000.

**V. MOTOARE CU ARDERE INTERNĂ**

1. **Funcţionarea, schemele reale de funcţionare şi regimurile de funcţionare** ale m.a.i cu piston.

# 2. Procesele termodinamice ideale din m.a.i. cu piston. Ciclurile ideale ale m.a.i. cu piston

Fluidele utilizate la funcţionarea m.a.i. cu piston.

1. **Procesele de schimbare a gazelor la m.a.i. cu piston**: Desfăşurarea proceselor de schimbare a gazelor. Parametrii principali ai procesului de schimbare a gazelor. Calculul simplificat al schimbului de gaze la m.a.i. Termogazodinamica proceselor de schimbare a gazelor: termogazodinamica proceselor de admisie, de evacuare, de baleiaj. Influentele diverșilor factori asupra proceselor de schimbare a gazelor.
2. **Procesul de comprimare**. Formarea amestecului carburant şi arderea acestuia. **Procesul de destindere**. Lucrul mecanic schimbat cu exteriorul în procesele ciclice.
3. **Parametrii caracteristici ai m.a.i. cu piston**: Parametrii indicaţi. Presiunea medie indicată. Puterea indicată. Randamentul indicat. Consumul specific indicat şi consumul specific indicat de energie termică. Relaţiile generale ale parametrilor indicaţi. Parametrii efectivi. Supraalimentarea m.a.i.
4. **Elemente de dinamica mecanismului manivelă – piston**. Forțele și momentele care acționează asupra mecanismului motor.
5. **Construcția si calculul grupei piston**. Pistonul, bolțul, segmenții. Materiale.
6. **Construcția si calculul bielei**. Materiale.
7. **Construcția si calculul arborelui cotit**. Materiale. Calculul hidrodinamic al ungerii.
8. **Sistemul de distribuție a gazelor**. Supape. Arbori de distribuție. Materiale.

# 11. Părţile fixe ale mecanismului motor. Chiulasa. Materiale. Bibliografie

1. Burciu M., *Motoare cu ardere internă cu piston, procese termodinamice, supraalimentare, caracteristici de funcționare şi instalații*, Editura Europlus Galați, 2006.
2. Grunwald B., *Teoria, calculul şi construcția motoarelor pentru autovehicule rutiere*, Editura Didactică ăi Pedagogică, București, 1980.
3. Negrea V.D., *Motoare cu ardere interna. Procese, economicitate, poluare*, vol. I, Editura Sedona, Timișoara, 1997.
4. Gaiginschi R., *Motoare cu ardere internă. Calcul şi construcţie*. Vol. I., Editura Gh. Asachi, Iaşi, 1995.
5. Gaiginschi R., *Motoare cu ardere internă. Calcul şi construcţie* Vol. II., Editura Shakti, Iaşi, 1997.
6. Uzuneanu K., *Motoare cu ardere internă*, Ed. Fundației Universitare „Dunărea de Jos” Galati, 2006.

# VI. BAZELE CERCETĂRII EXPERIMENTALE A MAȘINILOR TERMICE

1. **Generalităţi:** Schema funcţională generală a aparatelor şi sistemelor de măsurare. Traductoare

(rezistenţa variabilă; traductoare inductive; traductoare capacitive; traductoare piezoelectrice; traductori fotoelectrici).

1. **Măsurarea deplasărilor şi vitezelor:** Măsurarea deplasărilor cu traductoare rezistive. Măsurarea deplasărilor cu traductoare inductive. Măsurarea deplasărilor cu traductoare capacitive. Măsurarea deplasărilor cu traductoare opticoelectronice. Măsurarea vitezelor în mişcarea de translaţie. Măsurarea vitezelor în mişcarea de rotaţie.
2. **Măsurarea presiunii şi a forţei:** Relaţia dintre presiunea absolută, presiunea relativă şi presiunea atmosferică. Măsurarea presiunii cu manometre cu lichid. Măsurarea presiunii cu elemente elastice. Măsurarea forţei. Măsurarea momentului de torsiune şi a puterii transmise de arbori în rotaţie.
3. **Măsurarea temperaturii:** Termometrul ideal cu gaz. Măsurarea temperaturii prin dilatare termică. Metode electrice de măsurare a temperaturii.

# Bibliografie

1. Scarpete D., *Bazele cercetării experimentale a maşinilor termice*, Universitatea “Dunărea de Jos” din Galaţi, 2014.
2. Holman J.P., Gajda Jr.W.J., *Experimental methods for engineers*, McGraw-Hill Publishing Company, New York, 1989.
3. Apostolescu N., Taraza D., *Bazele cercetării experimentale a maşinilor termice*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1979.

 Director departament,

Prof.dr.ing. Florin Popescu