

# MOTIVAȚIA PROGRAMULUI DE MASTER „MODELARE MATEMATICĂ ÎN ȘTIINȚELE NATURII ȘI ȘTIINȚA MATERIALELOR” (Context general, misiune și obiective strategice)

Atât tradiția îndelungată cât și experiența acumulată, de membrii colectivului ce greează masterul propus, pe plan național în privința modelării matematice în mecanică și aplicării, în diverse domenii, a modelelor obținute, **poate și trebuie să fie privită în contextul internațional și în special în cel European al momentului.** Ori, tocmai aici, se adeverește că **Modelarea matematică în științele naturii și știința materialelor este de mare actualitate și are un foarte larg impact și o enormă căutare,** în cele mai variate domenii de activitate: **agricultură** (infiltrația apelor, porcese osmotice până la nutriție animală); **biologie și științele vieții** (modele biomecanică, aparate biomedicale etc.); **hidrologie** (curgerea apelor cu toate implicațiile ei); **industrie** (știința materialelor, cele mai diverse procese industriale, noi materiale etc., de la autoturismele la industria cosmonautică și de la mase plastice la construcții); **mediu și poluare** (atât a aerului cât și a apelor supra și sub-terane); **meteorologie** (de la modele locale până la cele de scară mare). Să constatăm că am enumerat, de fapt, o serie de **arii de cercetare prioritare ale Uniunii Europene (Ariile Tematice Principale)** în următorii ani – cuprinse în **Programul Cadru 7**, de finanțare a cercetării – și anume: **Științele vieții, Mediu și poluare, Știința materialelor.** Datorită dezvoltării economice și datorită fondurilor mari ce vor fi îndreptate spre aceste direcții, în următorii ani vor fi căutate pe piața muncii din România persoane cu calificări în modelarea proceselor industriale, meteo-mediu-poluare și chiar în agricultură.

Subliniem, lucru de altfel foarte bine cunoscut, că rezolvarea problemelor ridicate de domeniile Modelărilor matematice nu se poate **face fără o solidă pregătire de ecuații diferențiale, analiză funcțională, analiză numerică, geometrie diferențială etc.,** dar, în același timp, datorită **puternicului caracter interdisciplinar,** rezultatele trebuie și pot fi descrise în forme accesibile unor masteranzi, doctoranzi și cercetători din alte domenii ale științei (biologie, medicină, meteo-poluare, inginerie). Cu propunerea de master ne găsim, de fapt, în domeniul mai larg al matematicilor aplicate. Considerăm că pentru formarea viitorilor noștri absolvenți este util că aceștia să aibă noțiuni mai complete privind statistica matematică și cercetarea operațională.

Colectivul de cadre didactice care răspunde de acest master are rezultate bine cunoscute în lumea științifică națională și internațională. Membrii săi au fost și sunt invitați în universități de renume pentru a ține conferințe sau a lucra cu profesori din acestea și participă cu regularitate, cu prelegeri, la conferințe internaționale importante. Aceste rezultate au condus, în particular, și la reușita deosebită în activitate a generației de absolvenți ai fostului master, care au tercut doctorate în țară sau în universități de renume din străinătate (Franța, Germania, Anglia, SUA, Canada etc.) și desfășoară o activitate de succes în domeniu (în țară sau în universități sau centre de cercetare din țări ca: Franța, Germania, Spania, Anglia, SUA, Canada și altele). Același colectiv a obținut numeroase contracte de cercetare (teoretică și aplicativă), individual sau în rețele de cercetare, în care au fost cooptați și și-au desfășurat efectiv activitatea de cercetare masteranzi și doctoranzi. Este ceea ce ne propunem în continuare, privind modul de lucru cu masteranzii, în noul master.

## 6. PLAN DE ÎNVĂȚĂMÂNT

### Anul I (2008-2009)

Nr. crt.	Disciplina	Semestrul I				Semestrul II			
		Nr. ore curs	Nr. ore sem/ lab	Eva-luare	Nr. credite	Nr. ore curs	Nr. ore sem/ lab	Eva-luare	Nr. credite
1	Teoria funcțiilor	2	2	E	7,5	-	-	-	-
2	Geometrie Riemanniană	2	2	E	7,5	-	-	-	-
3	Metode variaționale	2	2	E	7,5	-	-	-	-
4	Capitole de statistică matematică	2	2	E	7,5	-	-	-	-
5	Control optimal și aplicații	-	-	-	-	2	2	E	7,5
6	Modele ale cercetării operaționale	-	-	-	-	2	2	E	7,5
7	Modelare statistică cu aplicații în asigurări	-	-	-	-	2	2	E	7,5
8	Grupuri și reprezentări	-	-	-	-	2	2	E	7,5

### Anul II (2009-2010)

Nr. crt.	Disciplina	Semestrul I				Semestrul II			
		Nr.ore curs	Nr. ore sem/lab	Eva-luare	Nr. credite	Nr. ore curs	Nr. ore sem/lab	Eva-luare	Nr. credite
1	Metode funcționale și ecuații cu derivate parțiale	2	2	E	7,5	-	-	-	-
2	Modele matematice în mecanica fluidelor	2	2	E	7,5	-	-	-	-
3	Modele matematice în știința materialelor	2	2	E	7,5	-	-	-	-
4	Metode numerice și calcul științific	2	2	E	7,5	-	-	-	-
5	Modele matematice în dinamica atmosferei și în protecția mediului	-	-	-	-	2	2	E	7,5
6	Mecanică neliniară și aplicații	-	-	-	-	2	2	E	7,5
7	Mecanică relativistă și cosmologie	-	-	-	-	2	2	E	7,5
8	Metoda elementului finit	-	-	-	-	2	2	E	7,5

## 7.1. FIȘA UNITĂȚII DE CURS

**TITLUL: TEORIA FUNCȚIILOR**

**STATUTUL:** obligatoriu

**NR.ORE / SĂPTĂMÂNĂ: CURS: 2 SEMINAR: 2;**

**SEMESTRUL: 1**

**FORMA DE EXAMINARE:** examen

**CREDITE:** 7.5

### **OBIECTIVE:**

Cursul are ca obiectiv prezentarea unor componente de topologie generală, teoria măsurii și integralei, precum și, elemente de teoria punctelor fixe.

### **PROGRAMA:**

1. **Complemente de topologie generală.** Teoria convergenței descrisă cu șiruri generalizate. Elemente de teoria spațiilor uniforme. Continuitatea uniformă. Convergența uniformă.
2. **Complemente de teoria măsurii și integralei.** Teorema de descompunere a lui Lebesgue. Teorema schimbării de variabilă pentru integrala Lebesgue  $n$ -dimensională. Măsura și dimensiunea Hausdorff. Măsuri vectoriale și integrarea vectorială. Elemente de teoria operatorilor spectrali.
3. **Elemente de teoria punctelor fixe.** Teoreme de punct fix de tip Picard-Banach. Șiruri de funcții cu valori multiple și teoria punctelor fixe. Teoreme de punct fix probabilistice.

### **BIBLIOGRAFIE:**

1. J. Dugundji, *Topology*, Allyn and Bacon Series in Advanced Mathematics, Boston, Mass. London-Sydney, 1978.
2. J. Kelley, *General Topology*, Graduate Texts in Mathematics, No. 27, Springer-Verlag, New York-Berlin, 1975.
3. Chitescu, *Spații de funcții*, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1983.
4. N. Dinculeanu, *Vector measures*, International Series of Monographs in Pure and Applied Mathematics, Vol. 95 Pergamon Press, Oxford-New York-Toronto, 1967.
5. J. Dugundji, A. Granas, *Fixed Point Theory*, Springer, 2003.
6. V. Istratescu, *Introducere în teoria punctelor fixe*, Editura Academiei RSR, București, 1973.

## 7.2. FIȘA UNITĂȚII DE CURS

**TITLUL: GEOMETRIE RIEMENIANNĂ**

**STATUTUL:** obligatoriu

**NR.ORE / SĂPTĂMÂNĂ: CURS: 2; SEMINAR: 2;**

**SEMESTRUL: 1**

**FORMA DE EXAMINARE:** examen

**CREDITE: 7.5**

**OBIECTIVE:** Cursul reprezinta o introducere in Geometria diferentiaala globala si teoria geometrica a grupurilor Lie. Se studiaza legatura intre invariantii geometrici si topologici ai unei varietati riemanniene, demonstrandu-se unele teoreme de comparatie (care dau conditii suficiente pentru ca o varietate riemanniana sa fie homeomorfa, difeomorfa sau izometrica cu o varietate etalon, de obicei cu o forma spatiaala).

### **PROGRAMA:**

1. Elemente introductive de grupuri si de algebre Lie.
2. Conexiuni invariante pe grupuri Lie
3. Metrici semi-riemanniene invariante pe grupuri Lie
4. Proprietati globale ale geodezicelor
5. Aplicatia exponentiala. Campuri Jacobi.
6. Legatura intre curbura si comportarea geodezicelor
7. Completitudine pe varietati riemanniene. Teorema Hopf-Rinow
8. Teorema lui Hadamard
9. Clasificarea varietatilor cu curbura constanta
10. Teoreme de comparatie

### **BIBLIOGRAFIE:**

1. M. Berger, *A Panoramic View of Riemannian Geometry*, Springer, 2003
2. M. Do Carmo, *Riemannian Geometry*, Birkhauser, 1992
3. L. Nicolescu – *Grupuri Lie*, Ed. Univ. Bucuresti, 1994
4. L. Nicolescu, G. Pripoae, C. Zara – *Teoreme si probleme de grupuri Lie*, Ed. Univ. Bucuresti, 1996

### 7.3. FIȘA UNITĂȚII DE CURS

**TITLUL: METODE VARIATIONALE**

**STATUTUL:** obligatoriu

**NR.ORE / SĂPTĂMÂNĂ: CURS: 2; SEMINAR: 2**

**SEMESTRUL: 1**

**FORMA DE EXAMINARE:** examen

**CREDITE:** 7.5

#### **OBIECTIVE:**

Cursul își propune să realizeze o bună introducere în teoria punctelor aproape critice (via principiul variațional al lui Ekeland), critice (cu celebra teoremă a trecătorii montane) și, pe această bază, a punctelor de minim pentru funcționale convexe. Aplicațiile vizează teoreme de mini-max (Ky Fan, von Neumann), teorema de existență a echilibrului Nash și studiul unor probleme eliptice cu operatori potențiali.

#### **PROGRAMA:**

1. Funcții inferior semicontinue. Inferior semicontinuitatea ca proprietate naturală în studiul problemelor de minim. Funcții inferior semicontinue pe spații compacte. Funcții slab inferior semicontinue pe spații Banach reflexive. Șiruri minimizante.
2. Funcționale convexe. Epigraf, mulțimi de nivel. Inferior semicontinuitatea funcționalelor convexe. Continuitatea funcționalelor convexe pe interiorul domeniului de definiție. Polara. Teorema Fenchel-Moreau. Subgradientul funcționalelor convexe. Aplicații de dualitate. Calculul subdiferențial și probleme de minim. Strategii generale pentru căutarea punctelor de minim ale funcționalelor convexe.
3. Puncte critice. Principiul variațional al lui Ekeland. Existența punctelor aproape-critice. Condiția Palais-Smale. Existența punctelor critice. Teorema trecătorii montane (Ambrosetti-Rabinowitz). Aplicații la studiul operatorilor eliptici neliniari. Alte teoreme de mini-max: Ky Fan-von Neumann, Kakutani.
4. Aplicații multivoce. Teorema Debreu-Gale-Nikaido. Teorema de punct fix a lui Ky Fan. Teorema lui Nash.
5. Probleme variaționale corect puse. Probleme variaționale corect puse în sensul lui Tihonov. O variantă multivocă a teoremei de extensie a lui Friedrichs. Aplicații în studiul variațional al operatorilor potențiali.

#### **BIBLIOGRAFIE:**

1. J-P. Aubin, *Optima and Equilibria*, Springer – Verlag, 1993.
2. G. Dincă, *Metode variaționale și aplicații*, Editura Tehnică, 1980.
3. J. Cea, *Optimisation. Théorie et Algorithmes*, Dunod, 1971.
4. O. Kavian, *Introduction à la théorie des points critiques*, Springer-Verlag, 1993.
5. J. Mawhin, M. Willem, *Critical Point Theory and Hamiltonian Systems*, Springer-Verlag, 1989.

## 7.4. FIȘA UNITĂȚII DE CURS

**TITLUL: CAPITOLE DE STATISTICĂ MATEMATICĂ**

**STATUTUL:** obligatoriu

**NR.ORE / SĂPTĂMÂNĂ: CURS: 2; SEMINAR: 2**

**SEMESTRUL: 1**

**FORMA DE EXAMINARE:** examen

**CREDITE: 7.5**

### **OBIECTIVE:**

Completarea cunoștințelor de baza pentru statistica matematica, cu prezentarea completa si riguroasa a rezultatelor. Se vor prezenta si unele aplicații in analiza statistica a datelor din științele mediului si in biostatistica.

### **PROGRAMA:**

1. Estimarea parametrilor pentru modele cu observații independente: metode de estimare punctuala, intervale de estimare. Estimare neparametrica: metoda funcțiilor nucleu, funcții spline .
1. Teste statistice parametrice pentru modele cu observații independente.
2. Lanțuri Markov cu mulțime discreta de stări. Estimarea parametrilor prin metoda verosimilității maxime.
3. Teste statistice parametrice pentru lanțuri Markov cu mulțime discreta de stări.
4. Aplicații in analiza statistica a datelor din științele mediului.
5. Aplicații in biostatistica.

### **BIBLIOGRAFIE:**

1. G. Ciucu, C. Tudor, *Teoria probabilitatilor si aplicatii*, Ed. Stiintifica si Enciclopedica, 1983
2. M. Dumitrescu, *Bazele matematice ale monitorizarii proceselor industriale*, Ed. Academiei Romane, 2000
3. M. Dumitrescu, A. Batatorescu, *Applied statistics using the R system*, Editura Universitatii din Bucuresti, 2006
4. G. Saporta, *Probabilite, analyse des donnees et statistique*, Ed. Technip, Paris, 1990
5. B. Rosner, *Fundamentals of Biostatistics*, 5<sup>th</sup> edition, Duxbury Press, Pacific Grove, 2000.

## 7.5. FIȘA UNITĂȚII DE CURS

**TITLUL: CONTROL OPTIMAL CU APLICAȚII**

**STATUTUL:** obligatoriu

**NR.ORE / SĂPTĂMÂNĂ: CURS: 2; SEMINAR: 2**

**SEMESTRUL: 2**

**FORMA DE EXAMINARE:** examen

**CREDITE: 7.5**

### **OBIECTIVE:**

Acest curs are ca obiectiv o introducere în teoria controlului optimal, prezentându-se Elementele fundamentale ale acestei teorii. Se pune accentual pe condițiile necesare și suficiente de optimalitate a soluțiilor problemelor definite de sisteme de comandă și incluziuni diferențiale.

### **PROGRAMA:**

1. Formularea și clasificarea problemelor de control optimal; motivație, exemple;
2. Condiții necesare în teoria controlului optimal; Principiul Minimului al lui Pontriaghin;
3. Proprietăți fundamentale ale funcției valoare în teoria controlului optimal;
4. Conuri tangente și derivate în sens generalizat (analiza fără netezime);
5. Monotonia funcțiilor reale ne-derivabile;
6. Teoreme de verificare de tipul programării dinamice;
7. Curenti hamiltonieni generalizați și condiții suficiente de optimalitate;
8. Algoritm general al programării dinamice în teoria controlului optimal.
9. Aplicații ale controlului optimal în Fizică, Biologie și Economie.

### **BIBLIOGRAFIE:**

1. V.Barbu, *Metode matematice în optimizarea sistemelor diferențiale*, Ed. Academiei, 1989;
2. L.Cesari, *Optimization - Theory and Applications*, Springer, 1983;
3. F. Clarke, *Optimization and Nonsmooth Analysis*, Wiley, 1983; CRM, 1989;
4. St. Mirica, *Control optimal. Condiții suficiente și sinteză*, Ed. Științifică, București, 1990;
5. St. Mirica, *Constructive Dynamic Programming in Optimal Control. Autonomous Problems*, Editura Academiei Române, București, 2004.

## 7.6. FIȘA UNITĂȚII DE CURS

**TITLUL: MODELE ALE CERCATĂRII OPERAȚIONALE**

**STATUTUL:** obligatoriu

**NR.ORE / SĂPTĂMÂNĂ: CURS: 2; SEMINAR: 2**

**SEMESTRUL: 2**

**FORMA DE EXAMINARE:** examen

**CREDITE:** 7.5

**OBIECTIVE:**

Pune la dispozitia studentilor rezultate generale si recente din diferite ramuri importante ale Cercetarilor Operationale.

**PROGRAMA:**

1. Optimizare fara restrictii.
2. Optimizare cu restrictii.
3. Optimizare multicriteriala.
4. Optimizare dinamica.
5. Modele de teoria sistemelor de asteptare.
6. Modele matematice in economie.
7. Modele de teoria fiabilitatii.

**BIBLIOGRAFIE:**

1. A.Stefanescu, C. Zidaroiu, *Cercetari Operationale*, Editura didactica si pedagogica, Bucuresti, 1981.
2. C. Zidaroiu, *Decizii multicriteriale*, Editura Universității din Bucuresti, 1999.
3. Gh. Mihoc, A. Muja, E. Diatcu, *Bazele matematice ale teoriei fiabilitatii*, Editura Dacia, Cluj, 1976.
4. D. G. Luenberger, *Linear and nonlinear programming*, Addison-Wesley, 1989.

## 7.7. FIȘA UNITĂȚII DE CURS

**TITLUL: MODELARE STATISTICĂ CU APLICAȚII ÎN ASIGURĂRI**

**STATUTUL:** obligatoriu

**NR.ORE / SĂPTĂMÂNĂ: CURS: 2; SEMINAR: 2**

**SEMESTRUL: 2**

**FORMA DE EXAMINARE:** examen

**CREDITE:** 7.5

### **OBIECTIVE:**

Familiarizarea studentilor cu modele si metode clasice si recente privind studiul statistic al riscurilor in asigurari.

### **PROGRAMA:**

**Noțiuni introductive.** Contracte. Produse de asigurare. Procesul de producție al unei companii de asigurări. Predicția statistică a riscului.

**Compararea riscurilor.** Comparare de ordinele I și II. Indici de risc. Prime de asigurare. Reasigurare. Prime individuale și colective. Distribuții de risc. Rezerve. Descrierea claselor de risc.

**Modele pentru o singură cerere de despăgubire.** Modele generale. Repartiții clasice pentru modelarea severității. Caracteristicile generale ale distribuției mărimii cererii (severității). Metode de estimare. Principii de calculare a premiilor. Modele de pierdere. Prime bayesiene. Aplicații.

**Repartiții pentru modelarea numărului de cereri (repartiții de frecvență).** Repartiții clasice pentru modelarea numărului de cereri. Repartiții din clasele de recurență liniară (a,b,k). Repartiții care verifică recurențe de ordin superior. Modele de frecvență. Metode numerice de aproximare a repartiției numărului de cereri. Estimare parametrică (MLE).

**Modele pentru mai multe cereri de despăgubire – cerere agregată.** Caracteristicile generale ale distribuției cererilor agregate. Modele compuse pentru cereri agregate. Metoda recursivă de aflare a distribuției cererii agregate. Metode numerice de aproximare a distribuției cererii agregate. Metoda de inversiune. Cereri agregate și reasigurări. Metode de calcul a momentelor repartiției cererii agregate. Modelul de risc individual; aproximarea acestuia cu un model colectiv. Modelul colectiv ca "limită" a unui model individual.

**Modele pe termen lung.** Modele de tip process stochastic. Inegalitatea Lundberg. Formula lui Cramer. Aproximarea procesului de surplus prin mișcare browniană. Formula probabilității de ruină. Algoritmi numerici pentru probabilitatea de ruină și coeficientul de ajustare.

**Teoria credibilității și abordarea bayesiană.** Modelul Buhlmann. Cazul normal. Cazul Gamma – Poisson. Extensia la cazul multivariat. Familii conjugate. Metode de simulare. Extensii.

### **BIBLIOGRAFIE:**

1. Colectia revistei *Astin Bulletin*, 2000-2008;
2. Colectia revistei *Scandinavian Actuarial Journal*, 2000-2008;
3. McNeil, A.J., Frey, R. and Embrechts, P., *Quantitative Risk Management. Concepts, Techniques, Tools.*, Princeton, N.J. Princeton University Press, 2005;
4. Mikosh, T., *Non-life Insurance Mathematics - An Introduction with Stochastic Processes*, Springer – Verlag, 2004;
5. Kaas, R., Goovaerts, M.J., Dhaene, J., and Denuit, M., *Modern Actuarial Risk Theory*, Dordrecht, Kluwer, 2001;
6. Preda, V. , *Statistical Decision Theory*, Romanian Academy, 1992.

## 7.8. FIȘA UNITĂȚII DE CURS

### TITLUL: GRUPURI ȘI REPREZENTĂRI

STATUTUL: obligatoriu

NR.ORE / SĂPTĂMÂNĂ: CURS: 2; SEMINAR: 2

SEMESTRUL: 2

FORMA DE EXAMINARE: examen

CREDITE: 7.5

### OBIECTIVE:

Cursul prezinta concepte si rezultate importante din teoria grupurilor legate de actiuni ale grupurilor pe multimi, p-grupuri, grupuri simple. Sunt demonstrate mai multe rezultate de clasificare, totodata fiind prezentate tehnici folosite la clasificarea grupurilor finite. Este prezentata o introducere in teoria reprezentarilor de grupuri, demonstrandu-se cateva rezultate importante legate de reprezentari complet reductibile si grupuri rezolubile.

### PROGRAMA:

1. Actiuni ale grupurilor pe multimi.
2. p-grupuri si teoremele lui Sylow.
3. Produse semidirecte.
4. Rezultate de clasificare pentru grupuri finite: ordin  $p^2$ ,  $p^3$ ,  $pq$  ( $p$  si  $q$  prime).
5. Grupuri simple.
7. Teorema Schur-Zassenhaus.
8. Serii de compozitie: teorema Jordan-Holder.
9. Grupuri nilpotente si rezolubile.
10. Categoria reprezentarilor liniare ale unui grup.
11. Reprezentari complet reductibile: teorema Maschke.
12. Teoria caracterelor grupurilor finite.
13. Teorema  $p^a q^b$  a lui Burnside.

### BIBLIOGRAFIE:

1. T. Albu, N. Manolache, *19 lectii de teoria grupurilor*, Editura Universitatii Bucuresti, 1987.
2. Alperin, J.L., Bell, Rowen B., *Groups and representations*, [Graduate Texts in Mathematics](#), Vol. 162, Springer Verlag, 1995.
3. J. J. Rotman, *An Introduction to the Theory of Groups*, [Graduate Texts in Mathematics](#), Vol. 148, Springer Verlag, 1999.
4. C. Nastasescu, C. Nita, C. Vraciu, *Bazele algebrei*, Editura Academiei, 1986.
5. D. Popescu, C. Vraciu, *Elemente de teoria grupurilor finite*, Editura Stiintifica si enciclopedica, 1986.

## 7.9. FIȘA UNITĂȚII DE CURS

**TITLUL: METODE FUNCȚIONALE ȘI ECUAȚII CU DERIVATE PARȚIALE**

**STATUTUL:** obligatoriu

**NR.ORE / SĂPTĂMÂNĂ: CURS: 2; SEMINAR: 2**

**SEMESTRUL: 3**

**FORMA DE EXAMINARE:** examen

**CREDITE:** 7.5

### **OBIECTIVE:**

Cursul are ca obiective prezentarea unor metode functionale moderne in studiul solutiilor clasice si generalizate a problemelor initiale si la limita asociate ecuatiilor diferentiale si ecuatiilor cu derivate partiale ce intervin in modelarea diverselor fenomene si procese din stiintele naturii si stiinta materialelor.

### **PROGRAMA:**

1. Elemente de teoria distribuțiilor.
2. Operația de convoluție.
3. Transformarea Fourier.
4. Spatii Sobolev.
5. Soluții fundamentale pentru ecuații liniare cu coeficienți constanți și aplicații.
6. Problema Dirichlet pentru ecuații eliptice.
7. Problema Cauchy pentru sisteme hiperbolice.

### **BIBLIOGRAFIE:**

1. V. Iftimie, *Ecuații cu derivate parțiale*, Editura Universității din București, 1989.
2. S. Mizohata, *The theory of partial differential equations*, Cambridge University Press, 1973.
3. F. Trèves, *Basic linear partial differential Equations*, Academic Press, 1975.

## 7.10. FIȘA UNITĂȚII DE CURS

### **TITLUL: MODELE MATEMATICE ÎN MECANICA FLUIDELOR**

**STATUTUL:** obligatoriu

**NR.ORE / SĂPTĂMÂNĂ: CURS: 2; SEMINAR: 1; LABORATOR: 1**

**SEMESTRUL: 3**

**FORMA DE EXAMINARE:** examen

**CREDITE:** 7.5

### **OBIECTIVE:**

Cursul prezintă o serie de modele pentru fluidele ideale și vâscoase (newtoniene și ne-newtoniene). Sunt analizate proprietățile lor matematice și sunt rezolvate o serie de probleme ce descriu mișcări simple și complexe ale fluidelor în discuție. Acestea au multiple aplicații în biomecanică, știința materialelor, etc.

### **PROGRAMA:**

1. Ecuațiile generale ale mecanicii continuumului. Legi constitutive: Fluidul ideal. Fluidul vâscos liniar. Fluide neneutroniene (polinomiale, Maxwell, Oldroyd, integrale).
2. Elemente de termodinamica fluidelor. Restricții constitutive. Ecuația de propagare.
3. Mișcări potențiale pentru fluide ideale (incompresibile). Acțiunea hidrodinamică asupra unui obstacol.
4. Fluide compresibile ideale și vâscoase. Propagarea discontinuităților - ecuații de salt pentru unde de șoc.
5. Mișcări de tip Couette și Poiseuille pentru fluide vâscoase newtoniene și ne-newtoniene.
6. Mișcări între plăci coaxiale în rotație.
7. Mișcări în reometrul ortogonal.
8. Aplicații numerice.

### **BIBLIOGRAFIE:**

5. Truesdell, C., *A First Course in Rational Continuum Mechanics*, Acad.Press, 1977;
6. Dragoș, L., *Mecanica Fluidelor*, Vol. I, Editura Academiei Române, București, 1999;
7. Cleja-Țigoiu, S., Țigoiu, V., *Reologie și Termodinamică, I. Reologie*, Ed. Univ. București, 1998.

## 7.11. FIȘA UNITĂȚII DE CURS

**TITLUL: MODELE MATEMATICE ÎN ȘTIINȚA MATERIALELOR**

**STATUTUL:** obligatoriu

**NR.ORE / SĂPTĂMÂNĂ: CURS: 2; SEMINAR: 1; LABORATOR: 1**

**SEMESTRUL: 3**

**FORMA DE EXAMINARE:** examen

**CREDITE:** 7.5

### **OBIECTIVE:**

Cursul își propune să inițieze studenții în modelarea matematică a unor materiale reale, cu proprietăți specifice puse în evidență experimental, pe baza principiilor generale elaborate în mecanica mediilor deformabile. În curs se elaborează modele matematice, ceea ce presupune pe lângă formularea problemelor cu date inițiale și la limită, atât prezentarea aparatului matematic cât și exemplificări numerice (cu Matlab) ale rezultatelor teoretice.

### **PROGRAMA:**

1. Bazele experimentale ale modelării în știința materialelor.
2. Modele matematice pentru materiale cu proprietăți reversibile: teoria elasticității cu deformări finite, cu deformări infinitezimale, modelul Hooke, modelul Mooney-Rivlin, materiale cu proprietăți de tip elastic și disipative (aliaje cu memoria formei).
3. Probleme cu date pe frontieră în elasto-statică.
4. Probleme de propagare de unde în elasto-dinamică.
5. Modele matematice pentru materiale plastice și vascoplastice, elasto-plastice ecruisabile.
6. Materiale standard generalizate.
7. Modele matematice pentru materiale rate-dependente: vasco-elastice, vascoplastice.
8. Formulări de probleme cu date inițiale și la limită pentru materiale de tip diferențial.
9. Soluții prin MATLAB ale problemelor formulate.

### **BIBLIOGRAFIE:**

1. S. Cleja-Tigoiu, N. Cristescu, *Plasticitate cu aplicații la prelucrarea metalelor*, Tipografia Universității București, 1985.
2. S. Cleja-Tigoiu, V. Tigoiu, *Reologie și termodinamică*, partea I-a, Editura Universității București, 1998.
3. I. Paraschiv-Munteanu, S. Cleja-Tigoiu, E. Soós, *Plasticitate cu aplicații în geomecanică*, Editura Universității București, 2001.
4. J. Nečas, I. Hlaváček, *Mathematical theory of elastic and elasto-plastic bodies: an introduction*, Elsevier Sc. Publ. Company, 1981.
5. C. Truesdell, W. Noll, *The non-linear field theory of mechanics*, Handbuch der Phys. III/3, ed. Flügge, Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1965.

## 7.12. FIȘA UNITĂȚII DE CURS

**TITLUL: METODE NUMERICE ȘI CALCUL ȘTIINȚIFIC**

**STATUTUL:** obligatoriu

**NR.ORE / SAPTAMANA: CURS: 2; SEMINAR: 1; LABORATOR: -**

**SEMESTRUL: 3**

**FORMA DE EXAMINARE:** examen

**CREDITE:** 7.5

### **OBIECTIVE:**

Obiectivul metodelor numerice consta în obținerea unor reprezentări clare, fidele și precise a tuturor informațiilor conținute într-un model matematic ce utilizează ecuații diferențiale și cu derivate parțiale. Acest curs are un profund rol formativ și informativ. Urmând acest curs studenții dobândesc cunoștințe privind proiectarea și implementarea pe calculator a schemelor (metodelor) de calcul pentru rezolvarea problemelor la limita și inițiale pentru ecuații diferențiale și cu derivate parțiale.

### **PROGRAMA:**

1. Metode numerice pentru aproximarea soluției problemei Cauchy pentru ecuații diferențiale (metode cu un pas, metode cu pas multiplu, aspecte algoritmice privind utilizarea metodelor numerice de rezolvare a ecuațiilor diferențiale folosind MATLAB).
2. Metode numerice pentru rezolvarea problemelor la limită eliptice (aproximarea problemelor la limita prin metode spectrale și variaționale: metoda Galerkin, metoda Galerkin-Petrov, metoda cologației, MEF, metode de splitare a domeniului; aproximarea problemelor la limită prin metode mixte și hibride: metode de element finit pentru minimizare, metode minimax, metoda multiplicatorilor lui Lagrange; aspecte algoritmice privind rezolvarea problemelor la limita eliptice cu MATLAB, FEMLAB și FreeFem).
3. Metode de aproximare numerică pentru probleme de evoluție (metode de semidiscretizare: metode spectrale, metode de element finit; metode de discretizare totală: metode spectrale, metode de element finit, metode de splitare; aspecte algoritmice privind utilizarea metodelor numerice pentru rezolvarea problemelor de evoluție parabolice și hiperbolice cu MATLAB și FEMLAB).

### **BIBLIOGRAFIE:**

1. M. Crouzeix, A.L. Mignot, *Analyse numérique des équations différentiels*, Masson Paris, 1989.
2. R. Dautray, J.L. Lions, *Analyse mathématique et calcul numérique pour les sciences et les techniques*, Masson, Paris 1988.
3. E. Godlewski, P.A. Raviart, *Numerical approximation of Hyperbolic System of Conservation Laws*, Springer, 1996.
4. A. Quarteroni, A. Valli, *Numerical Approximation of Partial Differential Equations*, Springer, 1997.
5. I. Roșca, *Metode numerice pentru ecuații cu derivate parțiale*, București (note de curs).

### 7.13. FIȘA UNITĂȚII DE CURS

**TITLUL: MODELE MATEMATICE ÎN DINAMICA ATMOSFEREI ȘI PROTECȚIA MEDIULUI**

**STATUTUL:** obligatoriu

**NR.ORE / SĂPTĂMÂNĂ: CURS: 2; SEMINAR: 2**

**SEMESTRUL: 4**

**FORMA DE EXAMINARE:** examen

**CREDITE:** 7.5

#### **OBIECTIVE:**

Studiul mișcărilor fluidului viscos și perfect prin medii poroase și atmosferă (cu și fără prezența obstacolelor și a temperaturii) cu aplicații la probleme de dinamică atmosferică și difuzia poluanților. Prezentarea aparatului matematic necesar studiului acestor probleme. Rezolvarea numerică a unor probleme propuse (Matlab).

#### **PROGRAMA:**

1. Ecuațiile termomecanicii mediilor continue; tensorul tensiunii al lui Cauchy pentru fluidul perfect și fluidul liniar viscos;
2. Ecuațiile generale ale termodinamicii atmosferei;
3. Câteva modele particulare. Probleme adimensionale. Probleme de scară. Modele barotrope și barocline;
4. Modele asimptotice, locale pentru mișcarea aerului ;
5. Probleme de difuzie a poluanților în atmosferă;
6. Metode numerice și analitice în studiul problemelor de mișcare a aerului și de difuzie a poluanților;
7. Utilizarea pachetului de programe Matlab pentru rezolvarea numerică prin metoda elementelor finite a unor exemple.
8. Exemple de probleme concrete.

#### **BIBLIOGRAFIE:**

1. G.J. Haltimer, *Numerical Weather Prediction*, Willey, New York, 1971;
2. J.Holton , *An Introduction to Dynamic Meteorology*, Academic Press, 1979;
3. K.R. Zeytounian, *Les modeles asymptotiques de la mecanique des fluids*, Lecture Notes in Physics, Springer, 1986 ;
4. I.V.Pescaru, V. Tigoiu, *Elemente de termodinamica si dinamica atmosferei*, Ed. Universitatii, Bucuresti, 1997;
5. *PDE-Toolbox, Matlab*.

## 7.14. FIȘA UNITĂȚII DE CURS

**TITLUL: MECANICĂ NELINIARĂ ȘI APLICȚII**

**STATUTUL:** obligatoriu

**NR.ORE / SĂPTĂMÂNĂ:CURS: 2; SEMINAR: 1; LABORATOR: -**

**SEMESTRUL: 4**

**FORMA DE EXAMINARE:** examen

**CREDITE: 7.5**

### **OBIECTIVE:**

Cursul isi propune sa prezinte cu metodologii specifice de abordare, modele elaborate in cadrul mecanicii mediilor deformabile pentru a descrie comportamentul metalelor, rocilor si fluidelor nenenewtoniene, caracterul neliniar al reprezentarilor functionale constitutive, neliniaritatea masurilor de deformabilitate si caracterul neliniar al problemelor matematice formulate.

### **PROGRAMA:**

1. Elemente de teoria legilor constitutive.
2. Modele vâscoplastice.
3. Modele dependente de viteze (vâscoplasticitate, vâscoelasticitate).
4. Materiale elasto-plastice, materiale cu memoria formei.
5. Mecanica rocilor.
6. Modele neliniare pentru fluide nenenewtoniene.
7. Stabilitate și metode asimptotice.
8. Exemple de mișcări și deformații simple pentru unele clase de modele considerate.
9. Utilizarea pachetelor MatLab în rezolvarea unor probleme concrete.

### **BIBLIOGRAFIE:**

1. C. Truesdell, W. Noll, *The non-linear field theory of mechanics*, Handbuch der Phys. III/3, ed. Flügge, Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1965.
2. S. Cleja-Tigoiu, N.Cristescu, *Plasticitate cu aplicatii la prelucrarea metalelor*, Tipografia Universitatii Bucuresti, 1985.
3. D. Ieșan, *Thermoelastic models of continua*, Dordrecht, Kluwer Academic Press, 2004.
4. Paraschiv-Munteanu, S. Cleja-Tigoiu, E. Soós, *Plasticitate cu aplicatii in geomecanica*, Editura Universitatii Bucuresti, 2001.
5. S. Cleja-Tigoiu, V. Tigoiu, *Reologie si termodinamica*, partea I-a, Editura Universitatii Bucuresti, 1998.
6. Articole științifice apărute în ultima decadă.

## 7.15. FIȘA UNITĂȚII DE CURS

**TITLUL: MECANICĂ RELATIVISTĂ ȘI COSMOLOGIE**

**STATUTUL:** obligatoriu

**NR.ORE / SĂPTĂMÂNĂ: CURS: 2; SEMINAR: 2**

**SEMESTRUL: 4**

**FORMA DE EXAMINARE:** examen

**CREDITE: 7.5**

### **OBIECTIVE:**

Cursul are ca obiective intelegerea fundamentelor teoriei generale a relativitatii si a utilizarii acesteia in studiul structurilor la scara mare spatio-temporale si a modelarii Universului.

### **PROGRAMA:**

1. Despre reper. Sincronizarea ceasurilor, Spațiu Minkovski. Izometriile spațiului Minkovski. Transformările lui Lorentz. Postulatele relativității restrânse.
2. Vectori și tensori în spațiul Minkovski. Tensorul energie-impuls. Câmpul electromagnetic.
3. Despre inerție și gravitație. Repere neinertiale. Echivalența dintre masa inertă și masa grea. Câmpul gravitațional slab. Ecuatiile de câmp ale lui Einstein.
4. Semnificația fizică a curburii. Câmpuri Killing. reperul în relativitatea generală. Derivata lui Fermi.
5. Soluții exacte ale ecuațiilor de câmp. Modele clasice de Univers. Universul lui Einstein. Metrica Friedman. Metrica Robertson-Walker.
6. Gări negre. Metrica Schwarzschild. Metrica lui Kerr.
7. Lentile gravitaționale.

### **BIBLIOGRAFIE:**

1. Einstein A., *Teoria relativității*, Ed. tehnică, 1957.
2. Hawking S.W., Ellis G.F.R., *The Large Scale Structure of Space-Time*, Cambridge University Press, 1973.
3. Beju I, Soós E., P.P. Teodorescu, *Tehnici de calcul spinorial și tensorial neeuclidian*, Ed. Tehnică, 1979.
4. Sachs R. K., Wu H., *General Relativity for Mathematicians*, Springer Verlag, 1977.
5. Chandrasekhar S. , *The Mathematical Theory of Black Holes*, Oxford University Press, 1999.

## 7.16. FIȘA UNITĂȚII DE CURS

**TITLUL: METODA ELEMENTULUI FINIT**

**STATUTUL:** obligatoriu

**NR.ORE / SĂPTĂMÂNĂ: CURS: 2; SEMINAR: 0; LABORATOR: 2**

**SEMESTRUL: 4**

**FORMA DE EXAMINARE:** examen

**CREDITE: 7.5**

### **OBIECTIVE:**

Metoda elementului finit este una din cele mai populare și mai puternice metode de rezolvare numerică a problemelor modelate utilizând ecuațiile diferențiale, ecuațiile integrale și ecuațiile cu derivate parțiale. Obiectivele cursului constau în prezentarea bazelor matematice și informatice ale metodei elementului finit și considerarea unor aplicații ale metodei în mecanica mediilor continue deformabile.

### **PROGRAMA:**

1. **Bazele matematice ale metodei elementului finit.** Formulări variaționale ale problemelor la limită liniare și neliniare. Aproximarea problemelor la limită staționare și nestaționare (aproximarea abstractă a problemelor variaționale, metoda Galerkin de aproximare). Metoda elementului finit de construire a spațiilor de aproximare (tipuri de elemente finite, aproximarea polinomială a spațiilor Sobolev, metode multigrid).
2. **Bazele informatice ale metodei elementului finit.** Metode de numerotare a necunoscutelor, stocare a datelor și generare a triangulației. Metode de asamblare a matricei maselor, a matricei de rigiditate și a termenilor liberi. Metode de rezolvare a sistemelor liniare (metode directe, metode iterative, metode frontale).
3. **Aplicații ale metodei elementului finit în mecanica mediilor continue deformabile.** Metode de element finit în elasticitatea liniară și neliniară, în vîscoplasticitate și în elastovîscoplasticitate. Metoda elementului finit în rezolvarea problemei Stokes și rezolvarea ecuațiilor Navier-Stokes. Metoda elementului finit în teoria plăcilor plane și curbe.

### **BIBLIOGRAFIE:**

1. K.E. Brenner, L.R. Scott, *The Mathematical Theory of Finite Element Methods*, Springer Verlag, New York, 1994.
2. P. Solin, K. Segeth, L. Doležel, *Higher Order Finite Element Methods*, Chapman & Hall/CRC, 2004.
3. O. Axelsson, V.A. Barker, *Finite Element Solution of Boundary Value Problems*, SIAM, Philadelphia, PA, 2001.
4. P.G. Ciarlet, *The Finite Element Method for Elliptic Problems*, North-Holland, Amsterdam, 1979.

## 8.1. PROGRAMĂ ANALITICĂ pentru concursul de admitere

### Prima probă – examen scris

Vor fi propuse 6 subiecte câte unul din fiecare disciplină pentru care programele analitice sunt mai jos. Candidatul va răspunde la alegere sa doar la **un subiect** .

#### **Programe analitice:**

##### Mecanică

1. Cinematica punctului material. Cinematica mișcării relative.
2. Dinamica punctului material și a sistemelor de puncte materiale. Impulsul, momentul cinetic, energia cinetică.
3. Formulele lui Koenig. Teoreme generale. Teoreme de conservare.
4. Mișcarea unui punct material sub acțiunea unei forțe centrale. Formula lui Binet.
5. Legile lui Kepler. Deducerea expresiei forței de atracție universală.

##### **Bibliografie.**

- Lazăr Dragoș, *Principiile mecanicii analitice*, Editura Tehnică, 1976.
- Caius Iacob, *Mecanica Teoretică*, Editura Didactică și Pedagogică, 1980.
- Victor Vâlcovici, *Mecanica Teoretică*, Editura Tehnică, 1970.

##### Astronomie

1. Problema celor 2 corpuri. Mișcarea absolută și relativă. Elementele orbitei.
2. Formulele mișcării eliptice. Studiul ecuației lui Kepler.
3. Problema celor trei corpuri. Mișcarea absolută. Mișcarea relativă.
4. Metoda variației constantelor.

##### **Bibliografie**

- Pal, V. Ureche, *Astronomie*, 1982
- M. Seeds, *Foundations of Astronomy*, 1986.

##### Ecuatii diferențiale

1. Existența locală a soluțiilor pentru ecuații diferențiale (Teorema lui Peano);
2. Existența și unicitatea locală a soluțiilor ecuațiilor diferențiale (Teorema Cauchy Lipschitz)
3. Rezolvarea ecuațiilor liniare cu coeficienți constanți.
4. Principiul variației constantelor.

##### **Bibliografie**

- St. Mirică, *Ecuatii diferențiale*, Vol I, Editura Universității București, 2000.
- I. Roșca, *Lecții de ecuații diferențiale și cu derivate parțiale*, Editura Fundației “Romania de Mâine”, 2000.
- I. Vrabie, *Ecuatii diferențiale*, Editura MatrixRom, București, 1999.

##### Analiză

###### *Elemente de analiză funcțională*

1. Prelungirea aplicațiilor liniare și continue (în spații normate).
2. Teorema lui Riesz de reprezentare a funcționalelor liniare și continue pe un spațiu Hilbert. Baze în spații Hilbert.
3. Operatori compacți.

###### *Elemente de analiză complexă*

- Funcții olomorfe. Formula Cauchy. Puncte singulare, teorema reziduurilor

##### **Bibliografie**

- R. Cristescu, *Analiză funcțională*

- G. Dincă, *Metode variaționale și aplicații*, Ed. Tehnică, 1980
- N. Boboc, *Funcții complexe*
- C. Iacob, *Funcții de o variabilă complexă în Matematici clasice și moderne*, vol. III, Ed. Tehnică, 1982.

### **Geometrie**

1. Varietăți diferentiabile. Vectori tangenți și vectori cotangenți. Câmpuri vectoriale câmpuri tensoriale pe varietăți diferentiabile.
2. Varietăți Riemann. Conexiune Levi-Civita.
3. Subvarietățile unui spațiu Riemann. Formula Gauss și formula Weingarten. Ecuația Gauss și ecuația Codazzi.
4. Curbe și suprafețe în spațiul euclidian.

### **Bibliografie**

- S. Ianuș, *Geometrie diferențială cu aplicații în teoria relativității*, Ed. Academiei 1983
- L. Nicolescu, *Curs de geometrie pentru anul II*, Tipografia Univ. București, 1990

### **Elemente de informatică**

1. **Noțiuni de teoria grafurilor.** Grafuri orientate și neorientate. Arbori. Lanțuri și drumuri. Aplicații ale grafurilor.
2. **Structuri de date elementare.** Liste liniare, tablouri, structuri de date arborescente, arbori echilibrați (AVL)
3. **Tehnici de elaborare a algoritmilor.** Reprezentarea algoritmilor. Analiză și sinteză algoritmilor. N-P completitudine

### **Bibliografie**

- H. Georgescu, C.P. Popovici, S. Rudeanu, L. State, *Bazele Informaticii*, vol. I și II, Tipografia Universității București, 1987.
- D. E. Knuth, *Tratat de programarea calculatoarelor*, Vol. I – Algoritmi fundamentali, Editura Tehnică, 1973.
- L. Livovschi, H. Georgescu, *Sinteza și analiza algoritmilor*, Editura Științifică și Enciclopedică, 1986.
- I. Tomescu, *Data structures*, Editura Universității București.

## **8.2. PROGRAMĂ ANALITICĂ pentru concursul de admitere**

### **A doua probă – examen oral**

Candidații vor prezenta la intrarea în examen o listă cu 6 subiecte din disciplinele mecanică, astronomie, ecuații diferențiale, analiză, geometrie, elemente de informatică pentru care programele analitice și bibliografia sunt cele de mai sus și vor răspunde la **un singur subiect** la alegerea comisiei.