

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea de Vest din Timișoara
1.2. Facultatea	Fizică și Matematică
1.3. Departamentul	Matematică
1.4. Domeniul de studii	Matematică
1.5. Ciclul de studii	Masterat
1.6. Programul de studii / calificarea	Modelări analitice și geometrice ale sistemelor/ Cod COR 212002 expert matematician; Cod COR 212003 inspector de specialitate matematician; Cod COR 212009 matematician; Cod COR 212016 asistent de cercetare în matematică; Cod COR 212020 asistent de cercetare în matematică aplicată.

2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	Bifurcatie si stabilitate						
2.2. Titularul activităților de curs	Prof. univ. dr. Eva Kaslik						
2.3. Titularul activităților de seminar	Prof. univ. dr. Eva Kaslik						
2.4. Anul de studii	2	2.5. Semestrul	1	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7. Regimul disciplinei	DO

3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1. Număr de ore pe săptămână	4	din care: 3.2 curs	2	3.3. seminar/laborator	2
3.4. Total ore din planul de învățământ	56	din care: 3.5 curs	28	3.6. seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp					ore
Studiu după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					54
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					40
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					40
Examinări					8
Tutorat					2
3.7. Total ore studiu individual	136				
3.8. Total ore pe semestru	200				
3.9. Număr de credite	8				

4. Precondiții (acolo unde e cazul)

4.1. de curriculum	Ecuatii diferențiale, Algebră liniară, Analiză matematică, Analiză funcțională (bază).
4.2. de competențe	Cunoștințe de bază în sisteme dinamice și utilizarea unui pachet CAS/Python pentru simulări.

5. Condiții (acolo unde e cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Sală de curs / Google Classroom.
5.2. de desfășurare a seminarului/laboratorului	Sală de seminar / Google Classroom.

6. Obiectivele disciplinei - rezultate așteptate ale învățării la formarea cărora contribuie parcurgerea și promovarea disciplinei

Obiective generale

Formarea unei perspective geometrice asupra sistemelor dinamice neliniare; înțelegerea mecanismelor de stabilitate, bifurcație și tranziție la haos; dezvoltarea capacității de modelare și analiză calitativă/cantitativă.

Rezultate așteptate ale învățării

Cunoștințe	C2. Competențe avansate privind metodele moderne de aplicare a Matematicii în probleme de modelare, simulare, interpretare a datelor și generalizare a modelelor, specifice atât în domeniul privat cât și în cercetare C3. Pregătire avansată în vederea aplicării la un program doctoral în domeniul Matematică C4. Capacități de modelare, simulare, interpretare și control pentru sisteme dinamice din științe exacte și științe ingineresti C6. Cunoașterea strategiilor de organizare a unei prezentări orale sau scrise în funcție de publicul țintă. C7. Cunoașterea metodelor și instrumentelor de cercetare, a mijloacelor și surselor moderne de documentare specifice domeniului de specializare. C8. Cunoașterea și înțelegerea normelor generale de etică și deontologie profesională, specifice domeniului de specializare.
Abilități	A1. Abilități avansate de modelare și implementare modele, capacități de integrare și de performanță în firme de specialitate, companii multinaționale de profil, firme IT, în domenii bazate pe modelări matematice și matematică aplicativă A2. Formarea deprinderilor pentru munca în echipă, abilități de abordare și realizare de proiecte A3. Capacități de integrare în proiecte naționale și europene din domeniul privat precum și din cercetarea științifică fundamentală și aplicativă A4. Abilități specifice activității de cercetare în domeniul Matematică: identificarea, accesarea, organizarea cunoștințelor științifice. A5. Abilități de a realiza și implementa proiecte de cercetare pe tematici specifice A7. Abilități de identificare a claselor de metode pentru abordarea și rezolvarea diverselor probleme
Responsabilitate și autonomie	R1. Gestionarea de activități și proiecte complexe, bazate pe cunoștințele și aptitudinile enumerate în timpul formării profesionale și, ulterior, la locul de muncă. R2. Asumarea responsabilității pentru luarea deciziilor în situații imprevizibile, în procesul de formare și, ulterior, la locul de muncă. R3. Capacitatea de a rezolva în manieră autonomă sarcini specifice. R4. Capacitatea de a identifica/selecta soluții/căi de rezolvare adecvate și de a genera idei inovative. R5. Capacitatea de a gestiona în manieră eficientă resursele implicate în realizarea unui proiect. R6. Capacitatea de a se adapta la noi cerințe și modalități de desfășurare a activității. R7. Capacitatea de a asuma în mod responsabil sarcinile profesionale și de a respecta normele de etică și deontologie profesională.

7. Conținuturi

7.1. Curs	Metode de predare	Observații
1. Introducere în teoria sistemelor dinamice. Fluxuri pe $\mathbb{R}$: definiții și exemple; traiectorii, portrete de fază, puncte de echilibru și stabilitatea lor (prin linearizare și funcție potențial); imposibilitatea oscilațiilor / ciclurilor limită în 1D.	Prelegere participativă, expunere, problematizare, demonstrație, dialog interactiv cu studenții. Utilizare Google Classroom	Referințe: 1; Lectură suplimentară: 5.
2. Bifurcații elementare I (1D): forme normale și condiții de genericitate pentru șa-nod (saddle-node), transcritică și pitchfork; variația stabilității, diagrama de bifurcație, codimensiune și desfășurare (unfolding) locală.	Prelegere participativă, expunere, problematizare, demonstrație, dialog interactiv cu studenții. Utilizare Google Classroom	Referințele: 1, 3; Lectură facultativă: 4
3. Bifurcații elementare II (1D): imperfecțiuni și simetrie; histerezis și salturi; exemple canonice (de ex., prag laser, modele ecologice) și interpretare fizică a parametrilor.	Prelegere participativă, expunere, problematizare, demonstrație, dialog interactiv cu studenții. Utilizare Google Classroom	Referințele: 1 Lectură facultativă: 9
4. Sisteme dinamice continue pe cerc: câmpuri de fază, puncte fixe și stabilitatea lor; numărul de rotație și dinamica oscilatoarelor de fază.	Prelegere participativă, expunere, problematizare, demonstrație, dialog interactiv cu studenții. Utilizare Google Classroom	Referințele: 1 Lectură facultativă: 7
5. Sisteme liniare în plan: clasificare spectrală și portrete de fază (nod, șa, spirala, centru); Teorema Hartman-Grobman și rolul linearizării.	Prelegere participativă, expunere, problematizare, demonstrație, dialog interactiv cu studenții. Utilizare Google Classroom	Referințele: 1 Lectură facultativă: 5
6. Analiza calitativă în plan: nulclini (nullclines), câmpuri vectoriale și flux; conservative vs. disipative (divergență, integrale prime); sisteme gradient și funcții Lyapunov; criteriul Bendixson–Dulac.	Prelegere participativă, expunere, problematizare, demonstrație, dialog interactiv cu studenții. Utilizare Google Classroom	Referințele: 1 Lectură facultativă: 9
7. Cicli limită: existență și stabilitate (Poincaré, multiplicatori Floquet); Teorema Poincaré–Bendixson și consecințe; exemplul van der Pol (oscilații de relaxare, dependență de parametru).	Prelegere participativă, expunere, problematizare, demonstrație, dialog interactiv cu studenții. Utilizare Google Classroom	Referințele: 1 Lectură facultativă: 5
8. Bifurcații locale în 2D: Hopf super/subcritic - condiția de traversare a axei imaginare și primul coeficient Lyapunov; cicli limita.	Prelegere participativă, expunere, problematizare, demonstrație, dialog interactiv cu studenții. Utilizare Google Classroom	Referințele: 1 Lectură facultativă: 3
9. Bifurcații globale în 2D: omoclinice/heteroclinice, SNIC / SNIPER (saddle-node on invariant circle /	Prelegere participativă, expunere, problematizare, de-	Referințele: 1

saddle-node infinite period) și legătura perioadă-parametru; excitabilitate (tip I/II) și praguri dinamice.	monstrăție, dialog interactiv cu studenții. Utilizare Google Classroom	Lectură facultativă: 5
10. Ecuațiile Lorenz: sistemul clasic; simetrii și geometrie (întindere-plieri), sensibilitate la condițiile inițiale; secțiuni Poincaré și observații numerice (exponenți Lyapunov, atractorul Lorenz)	Prelegere participativă, expunere, problematizare, demonstrație, dialog interactiv cu studenții. Utilizare Google Classroom	Referințele: 1 Lectură facultativă: 4
11. Sisteme dinamice discrete în 1D: ecuația logistică; diagrame de tip cobweb; criteriul derivatei pentru stabilitate; cascada dublărilor de perioadă și universalitatea lui Feigenbaum; exponentul Lyapunov în 1D.	Prelegere participativă, expunere, problematizare, demonstrație, dialog interactiv cu studenții. Utilizare Google Classroom	Referințele: 1 Lectură facultativă: 5
12. Fractali și dimensiuni: auto-similaritate (Cantor, von Koch etc.); dimensiune box-counting (Minkowski-Bouligand) și comparație cu dimensiunea Hausdorff (la nivel conceptual); legi de scalare și estimare numerică.	Prelegere participativă, expunere, problematizare, demonstrație, dialog interactiv cu studenții. Utilizare Google Classroom	Referințele: 1 Lectură facultativă: 6
13. Atractori haotici: potcoava lui Smale, sistemul Hénon; frontiere fractale; măsuri invariabile, spectre Lyapunov și entropie metrică.	Prelegere participativă, expunere, problematizare, demonstrație, dialog interactiv cu studenții. Utilizare Google Classroom	Referințele: 1 Lectură facultativă: 6
14. Modelul Kuramoto: sincronizare în ansambluri de oscilatori.	Prelegere participativă, expunere, problematizare, demonstrație, dialog interactiv cu studenții. Utilizare Google Classroom	Referințele: 1 Lectură facultativă: 5
Bibliografie 1. S. H. Strogatz, Nonlinear Dynamics and Chaos, 3rd ed., CRC Press, 2024. 2. S. H. Strogatz, Nonlinear Dynamics and Chaos, 2nd ed., Westview Press, 2015. 3. Y. A. Kuznetsov, Elements of Applied Bifurcation Theory, 3rd ed., Springer, 2004. 4. J. Guckenheimer, P. Holmes, Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems and Bifurcations of Vector Fields, Springer, 1983. 5. M. W. Hirsch, S. Smale, R. Devaney, Differential Equations, Dynamical Systems, and an Introduction to Chaos, 3rd ed., Academic Press, 2012. 6. E. Ott, Chaos in Dynamical Systems, 2nd ed., Cambridge Univ. Press, 2002. 7. K. T. Alligood, T. Sauer, J. A. Yorke, Chaos: An Introduction to Dynamical Systems, Springer, 1996. 8. S. H. Strogatz, Sync, Hyperion, 2003. 9. M. Golubitsky, D. G. Schaeffer, Singularities and Groups in Bifurcation Theory, Vol. I, Springer, 1985.		
7.2. Seminar/laborator	Metode de predare/ învățare	Observații
Se urmărește aplicativ fiecare punct din tematica cursului cu exemple și contraexemple. Se rezolvă exerciții specifice fiecărei teme de la curs.	Problematizare, demonstrație, dialog interactiv cu studenții, modelare, studiu de caz. Utilizare Google Classroom	Referințele: 1, 3, 4, 5, 9 Facultativ: 2, 6, 8
Bibliografie		

1. S. H. Strogatz, Nonlinear Dynamics and Chaos, 3rd ed., CRC Press, 2024.
2. S. H. Strogatz, Nonlinear Dynamics and Chaos, 2nd ed., Westview Press, 2015.
3. Y. A. Kuznetsov, Elements of Applied Bifurcation Theory, 3rd ed., Springer, 2004.
4. J. Guckenheimer, P. Holmes, Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems and Bifurcations of Vector Fields, Springer, 1983.
5. M. W. Hirsch, S. Smale, R. Devaney, Differential Equations, Dynamical Systems, and an Introduction to Chaos, 3rd ed., Academic Press, 2012.
6. E. Ott, Chaos in Dynamical Systems, 2nd ed., Cambridge Univ. Press, 2002.
7. K. T. Alligood, T. Sauer, J. A. Yorke, Chaos: An Introduction to Dynamical Systems, Springer, 1996.
8. S. H. Strogatz, Sync, Hyperion, 2003.
9. M. Golubitsky, D. G. Schaeffer, Singularities and Groups in Bifurcation Theory, Vol. I, Springer, 1985.

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

Conținutul este în concordanță cu structura cursurilor similare de la alte universități și acoperă aspecte fundamentale de teorie spectrală, operatori adjuncți și sisteme autonome. Cunoștințele dobândite la aceasta disciplină sunt esențiale pentru orice studiu de caz care utilizează modele reprezentate prin sisteme liniare cu control. Competențele oferite de această disciplină sunt necesare unui absolvent de master pentru a identifica soluții eficiente de rezolvare a unor probleme concrete din domeniul sisteme dinamice autonome, în diverse domenii de activitate.

9. Evaluare

Tip de activitate	9.1. Criterii de evaluare	9.2. Metode de evaluare	9.3. Pondere din nota finală
9.4. Curs	Verificarea cunoștințelor teoretice.	Temă/proiect individual	50%
9.5. Seminar/laborator	Verificarea cunoștințelor aplicative.	Temă/proiect individual	50%
9.6. Standard minim de performanță			
Cunoașterea noțiunilor fundamentale și a conexiunilor dintre acestea. Pregătirea și expunerea unui proiect individual care constă în rezolvarea unor aplicații.			

Data completării
15.09.2025

Titular de disciplină (curs)
Prof. univ. dr. Eva Kaslik

Titular de disciplină (seminar)
Prof. univ. dr. Eva Kaslik

Data avizării departament
18.09.2025

Director departament
Prof. univ. dr. Bogdan Sasu