



FIȘA DISCIPLINEI

Anul universitar 2023 - 2024

1. Date despre program

| | |
|--|--------------------------------------|
| 1.1. Instituția de învățământ superior | Universitatea Lucian Blaga din Sibiu |
| 1.2. Facultatea | Științe |
| 1.3. Departament | Matematică și Informatică |
| 1.4. Domeniul de studiu | Matematică |
| 1.5. Ciclul de studii ¹ | Master |
| 1.6. Specializarea | Matematică Informatică Aplicată |

2. Date despre disciplină

| | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|---|---|-------------------------------------|------------------------------------|
| 2.1. Denumirea disciplinei | Sisteme Dinamice Ergodice | | | Cod | FSTI.MAI.MIA.M.SO. 4.1200.E-4.1 |
| 2.2. Titular activități de curs | Prof.univ.dr. Laurian Suci | | | | |
| 2.3. Titular activități practice | Prof.univ.dr. Laurian Suci | | | | |
| 2.4. An de studiu ² | 2 | 2.5. Semestrul ³ | 4 | 2.6. Tipul de evaluare ⁴ | E |
| 2.7. Regimul disciplinei ⁵ | O | 2.8. Categoria formativă a disciplinei ⁶ | S | | |

3. Timpul total estimat

| | | | | | |
|--|----------------|------------------|----------------|------------|--------------------|
| 3.1. Extinderea disciplinei în planul de învățământ – număr de ore pe săptămână | | | | | |
| 3.1.a.Curs | 3.1.b. Seminar | 3.1.c. Laborator | 3.1.d. Proiect | 3.1.e Alte | Total |
| 1 | 2 | | | | 3 |
| 3.2. Extinderea disciplinei în planul de învățământ – total ore din planul de învățământ | | | | | |
| 3.2.a.Curs | 3.2.b. Seminar | 3.2.c. Laborator | 3.2.d. Proiect | 3.2.e Alte | Total ⁷ |
| 14 | 28 | | | | 42 |
| Distribuția fondului de timp pentru studiu individual⁸ | | | | | Nr. ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe | | | | | 30 |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren | | | | | 8 |
| Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri | | | | | 10 |
| Tutoriat ⁹ | | | | | 8 |
| Examinări ¹⁰ | | | | | 2 |
| 3.3. Total ore alocate studiului individual¹¹ (NOSI_{sem}) | | | | | 58 |
| 3.4. Total ore din Planul de învățământ (NOAD_{sem}) | | | | | 42 |
| 3.5. Total ore pe semestru¹² (NOAD_{sem} + NOSI_{sem}) | | | | | 100 |
| 3.6. Nr ore / ECTS | | | | | 25 |
| 3.7. Număr de credite¹³ | | | | | 4 |

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

| | |
|---|---|
| 4.1. Discipline necesar a fi promovate anterior (de curriculum) ¹⁴ | Analiză Matematică 1,2, Elemente de topologie generală, Teoria măsurii și a integralei, Analiză funcțională. |
| 4.2. Competențe | Cunoașterea și utilizarea rezultatelor de analiză matematică, topologie generală, teoria măsurii studiate în ciclul de licență: spații topologice, spații Banach, compacitate, măsuri complexe, integrarea funcțiilor măsurabile în raport cu o măsură complexă, operatori mărginiți, grupuri compacte. |

5. Condiții (acolo unde este cazul)

| | |
|---|---|
| 5.1. De desfășurare a cursului ¹⁵ | Tablă, videoproiector, platforme online |
| 5.2. De desfășurare a activităților practice (lab/sem/pr/aplic) ¹⁶ | Tablă, videoproiector, platforme online |

6. Competențe specifice acumulate¹⁷

| | | Număr de credite alocat disciplinei ¹⁸ | 4 | Repartizare credite pe competențe ¹⁹ |
|-------------------------------------|-----|--|---|---|
| 6.1. Competențe profesionale | CP1 | Stăpânirea și utilizarea fără dificultate a noțiunilor: sistem dinamic ergodic, operatorul Koopman, teoreme ergodice în medie clasice. | | 1 |
| | CP2 | Conceperea și aplicarea de modele matematice pentru analiza unor fenomene și procese. | | 1 |
| | CP3 | Realizarea de conexiuni între rezultate și între matematică și informatică. | | 1 |
| | CP4 | | | |
| 6.2. Competențe transversale | CT1 | Manifestarea unei atitudini responsabile față de domeniul științific și didactic, valorificarea potențialului propriu pe plan profesional, respectarea regulilor de muncă riguroasă și eficientă pentru executarea unor sarcini profesionale complexe. | | 1 |

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

| | |
|----------------------------|---|
| 7.1. Obiectivul general | - extinderea unor noțiuni și rezultate din teoria clasică a măsurii, analizei funcționale și a teoriei operatorilor liniari cu aplicații în teoria ergodică. |
| 7.2. Obiectivele specifice | - însușirea, familiarizarea, generalizarea și aplicarea unor noțiuni și rezultate fundamentale din analiza matematică, topologie, teoria măsurii, analiză funcțională în studiul teoriei ergodice: sistem dinamic ergodic, descompuneri date de diferite subspații de stabilitate asociate, măsuri reale, proprietăți ale unor operatorilor liniari pozitivi, ergodicitate uniformă. - inițierea în fundamentele matematice ale teoriei ergodice, teorie foarte modernă și des utilizată în cele mai variate domenii ale științei. |

8. Conținuturi

| 8.1. Curs ²⁰ | Metode de predare ²¹ | Nr. ore |
|--|---------------------------------|---------|
| Curs 1: Sisteme dinamice topologice. I | Prelegerea | 1 |
| Curs 2: Sisteme dinamice topologice. II | Prelegerea | 1 |
| Curs 3: Operatorul Koopman. Sisteme dinamice măsurabile I. | Prelegerea | 1 |
| Curs 4: Măsuri pe spații compacte. Măsura Haar și rotații. | Prelegerea | 1 |
| Curs 5: Sisteme dinamice măsurabile II. Sisteme inversabile ce | Prelegerea | 1 |

| | | |
|--|------------|-----------|
| sunt invariante la măsura. Recurență. Ergodicitate. | | |
| Curs 6: Latticea Banach L^p , operatorul Koopman și ergodicitate. | Prelegerea | 1 |
| Curs 7: Teorema mediei ergodice a lui von-Neumann. Puncte fixe și ergodicitate. | Prelegerea | 1 |
| Curs 8: Operatori Cesaro ergodici. Operatori Dunford-Schwartz. | Prelegerea | 1 |
| Curs 9: Operatori Cesaro ergodici pe spațiul funcțiilor continue pe un compact. Ergodicitate uniformă. | Prelegerea | 1 |
| Curs 10: Amestecarea sistemelor dinamice. Teorema Blum-Hanson. | Prelegerea | 1 |
| Curs 11: Teorema ergodică punctuală a lui Birkhoff. Operatori punctual ergodici. | Prelegerea | 1 |
| Curs 12: Operatori Markov. | Prelegerea | 1 |
| Curs 13: Descompunerea Jacobs de Leeuw-Glicksberg. | Prelegerea | 1 |
| Curs 14: Teorema ergodică ponderată. Teorema Wiener-Wintner. | Prelegerea | 1 |
| Total ore curs: | | 14 |

8.2. Activități practice

| 8.2.a. Seminar | | Metode de predare²² | Nr. ore |
|--------------------------|---|---------------------------------------|----------------|
| Seminar 1 | Aplicații la tema : Sisteme dinamice topologice I. | Expunerea probl. la tablă | 2 |
| Seminar 2 | Aplicații la tema : Sisteme dinamice topologice II. | Expunerea probl. la tablă | 2 |
| Seminar 3 | Aplicații la tema : Sisteme dinamice masurabile I. | Expunerea probl. la tablă | 2 |
| Seminar 4 | Aplicații la tema : Măsuri pe spații compacte. | Expunerea probl. la tablă | 2 |
| Seminar 5 | Aplicații la tema : Sisteme dinamice măsurabile II. | Expunerea probl. la tablă | 2 |
| Seminar 6 | Aplicații la tema : Latticea Banach L^p . | Expunerea probl. la tablă | 2 |
| Seminar 7 | Aplicații la tema : Teorema mediei ergodice von-Neumann. | Expunerea probl. la tablă | 2 |
| Seminar 8 | Aplicații la tema : Operatori Cesaro ergodici I. | Expunerea probl. la tablă | 2 |
| Seminar 9 | Aplicații la tema : Operatori Cesaro ergodici II. | Expunerea probl. la tablă | 2 |
| Seminar 10 | Aplicații la tema : Amestecarea sistemelor dinamice. | Expunerea probl. la tablă | 2 |
| Seminar 11 | Aplicații la tema : Operatori punctual ergodici. | Expunerea probl. la tablă | 2 |
| Seminar 12 | Aplicații la tema : Operatori Markov. | Expunerea probl. la tablă | 2 |
| Seminar 13 | Aplicații la tema : Descompunerea Jacobs de Leeuw-Glicksberg. | Expunerea probl. la tablă | 2 |
| Seminar 14 | Aplicații la tema : Teorema ergodică ponderată. Teorema Wiener-Wintner. | Expunerea probl. la tablă | 2 |
| Total ore seminar | | | 28 |



9. Bibliografie

| | |
|---|---|
| 9.1. Referințe bibliografice recomandate | R. N. Gologan, Aplicații ale teoriei ergodice, Editura Tehnică, București, 1989. |
| | T. Eisner, B. Farkas, M. Haase and R. Nagel, Operator theoretic aspects of ergodic theory, Springer 2015. |
| | |
| 9.2. Referințe bibliografice suplimentare | U. Krengel, Ergodic theorems, De Gruyter Studies in Mathematics, Berlin 1985. |

10. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului²³

Conținuturile disciplinei sunt permanent adaptate atât tradițiilor cât și evoluțiilor domeniilor în care pot fi angajați absolvenții. Acest lucru se realizează atât pe baza experienței cadrelor didactice ale departamentului în domeniul didactic și în cel IT dar și printr-o permanentă colaborare și consultare cu colegii altor universități din țară și străinătate cât și cu alți posibili angajatori din domeniul aferent programului. Astfel se insistă în formarea la studenți a unei gândiri structurate, a unui raționament organizat logico-deductiv, a capacității de analiză și sinteză, de imaginație, intuiție, de anticipare a unor rezultate. Teoria ergodică este o disciplină modernă care își găsește aplicabilitate în multe și foarte variate domenii științifice.

11. Evaluare

| Tip activitate | 11.1 Criterii de evaluare | 11.2 Metode de evaluare | 11.3 Pondere din nota finală | Obs. ²⁴ | |
|---|--|---|---------------------------------------|------------------------------|---|
| 11.4a Examen / Colocviu | • Cunoștințe teoretice și practice însușite (cantitatea, corectitudinea, acuratețea) | Teste pe parcurs ²⁵ : | $P_{1.1} = _ \%$ $N_{1.1} \geq 5$ | $P_1 = 50\%$ $N_1 \geq 5$ | $P_1 = P_{1.1} + P_{1.2} + P_{1.3} + P_{1.4}$ |
| | | Teme de casă: | $P_{1.2} = _ \%$ $N_{1.2} \geq 5$ | | |
| | | Alte activități ²⁶ : | $P_{1.3} = _ \%$ $N_{1.3} \geq 5$ | | |
| | | Evaluare finală: | $P_{1.4} = 50\%$ $N_{1.4} \geq 5$ | | |
| 11.4b Seminar | • Frecvența/relevanța intervențiilor sau răspunsurilor | Evidența intervențiilor, portofoliu de lucrări (referate, sinteze științifice) | $P_2 = 50\%$ $N_2 \geq 5$ | nCPE | |
| 11.4c Laborator | • Cunoașterea aparaturii, a modului de utilizare a instrumentelor specifice; evaluarea unor instrumente sau realizări, prelucrarea și interpretarea unor rezultate | <ul style="list-style-type: none"> • Chestionar scris • Răspuns oral • Caiet de laborator, lucrări experimentale, referate etc. • Demonstrație practică | $P_3 = _ \%$ $N_3 \geq 5$ | | |
| 11.4d Proiect | • Calitatea proiectului realizat, corectitudinea documentației proiectului, justificarea soluțiilor alese | <ul style="list-style-type: none"> • Autoevaluarea, prezentarea și/sau susținerea proiectului • Evaluarea critică a unui proiect | $P_4 = _ \%$ $N_4 \geq 5$ | | |
| 11.5 Standard minim de performanță ²⁷ | | | $N_T = 5$ | $P_T = 100\%$ | |
| $N_T = 1 + 0,9 \times \sum_{n=1}^4 (P_n \times N_n) \geq 5$ $P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 100\%$ | | | | | |

$$N_T = 1 + 0,9 \times [(P_{1,1} \times N_{1,1} + P_{1,2} \times N_{1,2} + P_{1,3} \times N_{1,3} + P_{1,4} \times N_{1,4}) + P_2 \times N_2 + P_3 \times N_3 + P_4 \times N_4]$$

Unde: 1 = punctul din oficiu (adăugat la calculul notei finale)


P = Pondere (P_T = Pondera totală);

N = Nota (N_T = Nota finală);

Fișa disciplinei cuprinde componente adaptate persoanelor cu CES (persoane cu dizabilități și persoane cu potențial înalt), în funcție de tipul și gradul acestora, la nivelul tuturor elementelor curriculare (competențe, obiective, conținuturi, metode de predare, evaluare alternativă), pentru a asigura șanse echitabile în pregătirea academică a tuturor studenților, acordând atenție sporită nevoilor individuale de învățare.

Data completării: | 2 | _ | 5 | _ | / | 0 | _ | 9 | _ | / | 2 | _ | 0 | _ | 2 | _ | 3 | _ |

Data avizării în Departament: | 2 | _ | 8 | _ | / | 0 | _ | 9 | _ | / | 2 | _ | 0 | _ | 2 | _ | 3 | _ |

| | Grad didactic, titlul, prenume, numele | Semnătura |
|-------------------------------|--|---|
| Titular disciplină | Prof.univ.dr. Laurian SUCIU |  |
| Responsabil program de studii | Conf. univ. dr. Adrian Nicolae BRANGA | |
| Director Departament | Prof. univ. dr. Mugur Alexandru ACU | |

¹ Licență / Master

² 1-4 pentru licență, 1-2 pentru master

³ 1-8 pentru licență, 1-3 pentru master

⁴ Examen, colocviu sau VP A/R – din planul de învățământ

⁵ Regim disciplină: O=Disciplină obligatorie; A=Disciplină opțională; U=Facultativă

⁶ Categoria formativă: S=Specialitate; F=Fundamentală; C=Complementară; I=Asistată integral; P=Asistată parțial; N=Neasistată

⁷ Este egal cu 14 săptămâni x numărul de ore de la punctul 3.1 (similar pentru 3.2.a.b.c.d.e.)

⁸ Liniiile de mai jos se referă la studiul individual; totalul se completează la punctul 3.37.

⁹ Între 7 și 14 ore

¹⁰ Între 2 și 6 ore

¹¹ Suma valorilor de pe liniile anterioare, care se referă la studiul individual.

¹² Suma (3.5.) dintre numărul de ore de activitate didactică directă (NOAD) și numărul de ore de studiu individual (NOSI) trebuie să fie egală cu numărul de credite alocate disciplinei (punctul 3.7) x nr. ore pe credit (3.6.)

¹³ Numărul de credit se calculează după formula următoare și se rotunjește la valori vecine întregi (fie prin micșorare fie prin majorare)

$$\text{Nr. credite} = \frac{\text{NOCpSpD} \times C_C + \text{NOApSpD} \times C_A}{\text{TOCpSdP} \times C_C + \text{TOApSdP} \times C_A} \times 30 \text{ credite}$$

Unde:

- NOCpSpD = Număr ore curs/săptămână/disciplina pentru care se calculează creditele
- NOApSpD = Număr ore aplicații (sem./lab./pro.)/săptămână/disciplina pentru care se calculează creditele
- TOCpSdP = Număr total ore curs/săptămână din plan
- TOApSdP = Număr total ore aplicații (sem./lab./pro.)/săptămână din plan
- C_C/C_A = Coeficienți curs/aplicații calculate conform tabelului

| Coeficienți | Curs | Aplicații (S/L/P) |
|---------------------|------|-------------------|
| Licență | 2 | 1 |
| Master | 2,5 | 1,5 |
| Licență lb. străină | 2,5 | 1,25 |

¹⁴ Se menționează disciplinele obligatoriu a fi promovate anterior sau echivalente

¹⁵ Tablă, videoproiector, flipchart, materiale didactice specifice, platforme on-line etc.

¹⁶ Tehnică de calcul, pachete software, standuri experimentale, platforme on-line etc.

¹⁷ Competențele din Grilele aferente descrierii programului de studii, adaptate la specificul disciplinei

¹⁸ Din planul de învățământ

¹⁹ Creditele alocate disciplinei se distribuie pe competențe profesionale și transversale în funcție de specificul disciplinei

²⁰ Titluri de capitole și paragrafe

²¹ Expunere, prelegere, prezentare la tablă a problematicii studiate, utilizare videoproiector, discuții cu studenții (pentru fiecare capitol, dacă este cazul)

²² Discuții, dezbateri, prezentare și/sau analiză de lucrări, rezolvare de exerciții și probleme

²³ Legătura cu alte discipline, utilitatea disciplinei pe piața muncii

²⁴ CPE – condiționează participarea la examen; nCPE – nu condiționează participarea la examen; CEF - condiționează evaluarea finală; N/A – nu se aplică

²⁵ Se va preciza numărul de teste și săptămânile în care vor fi susținute.

²⁶ Cercuri științifice, concursuri profesionale etc.

²⁷ Se particularizează la specificul disciplinei standardul minim de performanță din grila de competențe a programului de studii, dacă este cazul.