FIŞA DISCIPLINEI

Analiză Stocastică şi Aplicaţii

Anul universitar 2025-2026

1. Date despre program

1.1. Instituţia de învăţământ superior	Universitatea Babeş-Bolyai
1.2. Facultatea	Matematică şi Informatică
1.3. Departamentul	Matematică
1.4. Domeniul de studii	Matematică
1.5. Ciclul de studii	Licenţă
1.6. Programul de studii / Calificarea	Matematică
1.7. Forma de învăţământ	Cu frecvenţă

2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	**Analiză Stocastică şi Aplicaţii**					Codul disciplinei	**MLE0105**
2.2. Titularul activităţilor de curs	Dr Oana-Andrea Lang						
2.3. Titularul activităţilor de seminar	Dr Oana-Andrea Lang						
2.4. Anul de studiu	3	2.5. Semestrul	6	2.6. Tipul de evaluare	E/C	2.7. Regimul disciplinei	Opţional

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	**4**	din care: 3.2. curs	**2**	3.3. seminar/ laborator/ proiect	**2**
3.4. Total ore din planul de învăţământ	48	din care: 3.5. curs	24	3.6 seminar/laborator	**24**
Distribuţia fondului de timp pentru studiul individual (SI) şi activităţi de autoinstruire (AI)					**ore**
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie şi notiţe (AI)					50
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate şi pe teren					20
Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii şi eseuri					12
Tutoriat (consiliere profesională)					10
Examinări					10
Alte activităţi					-
3.7. Total ore studiu individual (SI) şi activităţi de autoinstruire (AI)				**102**	
3.8. Total ore pe semestru				**150**	
3.9. Numărul de credite				**6**	

4. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1. de curriculum	• Analiză matematică • Teoria probabilităţilor • Noţiuni de bază privind ecuaţiile diferenţiale ordinare (EDO)
4.2. de competenţe	• Înţelegerea calculului fundamental (de exemplu, integrala Riemann-Stieltjes) • Capacitatea de a lucra cu probabilităţi condiţionate şi distribuţii probabilistice • Cunoştinţe despre principiile elementare ale teoriei ecuaţiilor diferenţiale ordinare (EDO)

5. Condiţii (acolo unde este cazul)

5.1. de desfăşurare a cursului	Sală de clasă cu tablă/ videoproiector
5.2. de desfăşurare a seminarului/ laboratorului	Sală de clasă cu tablă/ videoproiector

6.1. Competenţele specifice acumulate[1]

Competenţe profesionale/esenţiale	**C1.1** Identificarea noţiunilor, descrierea teoriilor şi utilizarea limbajului specific. **C2.3** Aplicarea unor modele teoretice adecvate de analiză pentru rezolvarea unor probleme date. **C4.2** Explicarea şi interpretarea modelelor matematice.
Competenţe transversale	**CT1** Aplicarea unor reguli de lucru eficiente şi riguroase, manifestarea unor atitudini responsabile faţă de domeniile ştiinţific şi didactic, cu respectarea principiilor profesionale şi etice.

6.2. Rezultatele învăţării

Cunoştinţe	Studentul cunoaşte: • noţiuni fundamentale legate de analiza stocastică şi metode de aplicare a acestora în domenii ştiinţifice legate de matematică, mecanică şi inginerie. • cum să utilizeze cel puţin un mediu de programare şi editare pentru a crea texte matematice atractive, cu formule, diagrame şi imagini.
Aptitudini	Studentul este capabil să • asigure formarea competenţelor specifice disciplinelor din domeniul matematicii, necesare pentru realizarea sarcinilor. • exploreze independent unele conţinuturi matematice, valorificând idei şi instrumente din cursurile anterioare pentru a-şi aprofunda înţelegerea.
Responsabilităţi şi autonomie	Studentul are capacitatea de a lucra independent pentru a • extinde ideile şi argumentele matematice deja însuşite, la un subiect matematic care nu a fost studiat anterior. • interpreta articole sau cărţi din literatura de specialitate şi de a încorpora idei şi rezultate din literatura de specialitate în prezentările lor scrise şi orale.

7. Obiectivele disciplinei (reieşind din grila competenţelor acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	• Să ofere studenţilor o bază solidă în analiza stocastică şi teoria filtrării, echipându-i cu instrumentele şi conceptele matematice necesare pentru a modela şi analiza sisteme complexe în condiţii de incertitudine, cu aplicaţii în ştiinţele vieţii.

[1] Se poate opta pentru competenţe sau pentru rezultatele învăţării, respectiv pentru ambele. În cazul în care se alege o singură variantă, se va şterge tabelul aferent celeilalte opţiuni, iar opţiunea păstrată va fi numerotată cu 6.

7.2 Obiectivele specifice	• Să permită studenților să înțeleagă și să aplice principiile integrării stocastice, ecuațiilor diferențiale stocastice (EDS), precum și metodele de filtrare liniare și neliniare la probleme din lumea reală. • Să dobândească abilitatea de a formula, rezolva și interpreta modele matematice stocastice legate de diferite procese aleatoare.

8. Conținuturi

8.1 Curs	**Metode de predare**	**Observații**
Săptămâna 1: Preliminarii în teoria probabilităților: spații de probabilitate, sigma-algebre, filtrări; Procese stocastice (definiție și exemple); Timpi de stopare; Mișcare browniană.	Expunere interactivă, explicație, conversație, demonstrație	
Săptămâna 2: Integrare stocastică: construcția integralei Itô, paralelă cu construcția integralei Riemann-Stieltjes; Variația pătratică.	Expunere interactivă, explicație, conversație, demonstrație	
Săptămâna 3: Formula lui Itô; Martingale; Teorema de reprezentare a martingalelor.	Expunere interactivă, explicație, conversație, demonstrație	
Săptămâna 4: Introducere în ecuațiile diferențiale stocastice (EDS); Definiții formale ale soluțiilor.	Expunere interactivă, explicație, conversație, demonstrație	
Săptămâna 5: EDS: existență și unicitate în cazul coeficienților de tip Lipschitz; Lemma lui Gronwall.	Expunere interactivă, explicație, conversație, demonstrație	
Săptămâna 6: EDS: existență și unicitate în cazul coeficienților de tip Lipschitz (continuare); Conexiuni cu ecuațiile diferențiale parțiale stocastice (EDPS).	Expunere interactivă, explicație, conversație, demonstrație	
Săptămâna 7: Introducere în filtrare; Distribuția a posteriori, distribuția a priori; Filtrul Kalman-Bucy; Teorema lui Girsanov.	Expunere interactivă, explicație, conversație, demonstrație	
Săptămâna 8: Ecuațiile de filtrare I: Ecuația Zakai; Condiția lui Novikov.	Expunere interactivă, explicație, conversație, demonstrație	
Săptămâna 9: Ecuațiile de filtrare II: Ecuația Kushner-Stratonovich; Abordarea prin procesul de inovație.	Expunere interactivă, explicație, conversație, demonstrație	
Săptămâna 10: Filtrare cu particule.	Expunere interactivă, explicație, conversație, demonstrație	
Săptămâna 11: Modele climatice stocastice; Principiile Asimilării de Date.	Expunere interactivă, explicație, conversație, demonstrație	
Săptămâna 12: Modele stocastice în Neuroștiințe.	Expunere interactivă, explicație, conversație, demonstrație	
Bibliografie [1] Revuz, D., & Yor, M. (1999), Continuous Martingales and Brownian Motion (2nd ed.). Springer. [2] Gawarecki, L., & Mandrekar, V. (2011), Stochastic Differential Equations in Infinite Dimensions. Springer. [3] Crisan, D., & Bain, A. (2002), Fundamentals of Stochastic Filtering. Springer. [4] Slingo, J. M., & Palmer, T. N. (2011), Uncertainty in Weather and Climate Prediction. Cambridge University Press. [5] Gabbiani, F., & Cox, S. (2011), Mathematical Neuroscience: From Discrete to Continuous Models and Neural Computation. MIT Press.		
8.2 Seminar / laborator	**Metode de predare**	**Observații**
Săptămâna 1: Exerciții privind procesele stocastice; Probleme despre timpii de stopare și proprietățile acestora; Demonstrarea unor proprietăți esențiale ale mișcării browniene (de exemplu, proprietatea Markov, continuitatea).	Expunere interactivă, explicație, conversație, muncă individuală și în grup	
Săptămâna 2: Exerciții privind construcția pas cu pas a integralei Itô; Demonstrații și calcule legate de variația pătratică.	Expunere interactivă, explicație, conversație, muncă individuală și în grup	

Săptămâna 3: Exerciţii privind aplicarea formulei Itô la diferite procese stocastice; Demonstraţii şi exemple care ilustrează proprietăţi esenţiale ale martingalelor; Aplicaţii ale Teoremei de Reprezentare a Martingalelor.	Expunere interactivă, explicaţie, conversaţie, muncă individuală şi în grup	
Săptămâna 4: Exerciţii privind formularea şi interpretarea ecuaţiilor diferenţiale stocastice (EDS) de bază; Probleme privind verificarea faptului că un anumit proces satisface o EDS; Exemple de soluţii explicite pentru EDS simple; Compararea EDS cu ecuaţiile diferenţiale ordinare (EDO).	Expunere interactivă, explicaţie, conversaţie, muncă individuală şi în grup	
Săptămâna 5: Exerciţii pentru verificarea condiţiilor de tip Lipschitz pentru coeficienţii din EDS; Probleme privind aplicarea Lemmei lui Gronwall în contextul EDS.	Expunere interactivă, explicaţie, conversaţie, muncă individuală şi în grup	
Săptămâna 6: Exerciţii cu exemple avansate de EDS cu coeficienţi de tip Lipschitz; Probleme privind verificarea existenţei şi unicităţii pentru EDS mai complexe.	Expunere interactivă, explicaţie, conversaţie, muncă individuală şi în grup	
Săptămâna 7: Exerciţii privind conceptul de distribuţie a priori şi a posteriori în filtrare; Exerciţii practice de filtrare şi actualizare a distribuţiilor.	Expunere interactivă, explicaţie, conversaţie, muncă individuală şi în grup	
Săptămâna 8: Probleme privind verificarea condiţiei lui Novikov în modele de filtrare; Exerciţii practice privind utilizarea ecuaţiei Zakai pentru procese stocastice specifice.	Expunere interactivă, explicaţie, conversaţie, muncă individuală şi în grup	
Săptămâna 9: Probleme privind procesul de inovaţie în filtrare; Discuţie privind diferenţele dintre ecuaţiile Zakai şi Kushner-Stratonovich.	Expunere interactivă, explicaţie, conversaţie, muncă individuală şi în grup	
Săptămâna 10: Proceduri suplimentare în filtrarea cu particule – exemple.	Expunere interactivă, explicaţie, conversaţie, muncă individuală şi în grup	
Săptămâna 11: Exerciţii de asimilare a datelor pentru sisteme folosite în prognoza meteo şi modelarea climatică.	Expunere interactivă, explicaţie, conversaţie, muncă individuală şi în grup	
Săptămâna 12: Exemple de modele stocastice utilizate în Neuroştiinţe. Discuţie.	Expunere interactivă, explicaţie, conversaţie, muncă individuală şi în grup	
Bibliografie [1] Revuz, D., & Yor, M. (1999), Continuous Martingales and Brownian Motion (2nd ed.). Springer. [2] Gawarecki, L., & Mandrekar, V. (2011), Stochastic Differential Equations in Infinite Dimensions. Springer. [3] Crisan, D., & Bain, A. (2002), Fundamentals of Stochastic Filtering, Springer. [4] Slingo, J. M., & Palmer, T. N. (2011), Uncertainty in Weather and Climate Prediction. Cambridge University Press. [5] Gabbiani, F., & Cox, S. (2011), Mathematical Neuroscience: From Discrete to Continuous Models and Neural Computation. MIT Press.		

9. Coroborarea conţinuturilor disciplinei cu aşteptările reprezentanţilor comunităţii epistemice, asociaţiilor profesionale şi angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului

- Conţinutul cursului este conceput pentru a răspunde nevoilor în continuă evoluţie ale comunităţii profesionale şi academice, prin integrarea cercetărilor actuale, a metodologiilor moderne şi a aplicaţiilor practice în teoria proceselor stocastice, teoria filtrării şi implementările lor în domenii precum ştiinţele vieţii şi modelarea climatică.
- Programul este actualizat în mod regulat pentru a reflecta aşteptările asociaţiilor profesionale şi ale angajatorilor asigurând astfel că studenţii dobândesc competenţele şi cunoştinţele necesare pentru roluri relevante în mediul academic, instituţii de cercetare şi industrie, în care se aplică modelarea şi analiza stocastică.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Cunoaşterea şi înţelegerea conceptelor şi rezultatelor fundamentale.	• Examen	60%
10.5 Seminar/laborator	Rezolvare de probleme/exerciţii bazat pe conceptele învăţate.	• Lucrări practice/teme	40%
10.6 Standard minim de performanţă			
• Cel puţin 50% din punctajul maxim, per total.			

11. Etichete ODD (Obiective de Dezvoltare Durabilă / Sustainable Development Goals)[2]

	Eticheta generală pentru Dezvoltare durabilă							

Data completării:
11.04.2025

Semnătura titularului de curs

O Lang

Semnătura titularului de seminar

O Lang

Data avizării în departament:
25.04.2025

Semnătura directorului de departament

Prof. dr. Andrei Mărcuş

[2] Păstraţi doar etichetele care, în conformitate cu *Procedura de aplicare a etichetelor ODD în procesul academic*, se potrivesc disciplinei şi ştergeţi-le pe celelalte, inclusiv eticheta generală pentru *Dezvoltare durabilă* - dacă nu se aplică. Dacă nicio etichetă nu descrie disciplina, ştergeţi-le pe toate şi scrieţi "*Nu se aplică.*".