FIŞA DISCIPLINEI

Analiză operatorilor multivoci 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	Master
1.6. Programul de studii / Calificarea	Matematici avansate
1.7. Forma de învăţământ	cu frecvenţă

2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	**Ecuaţii diferenţiale**					Codul disciplinei	**MLR0009**
2.2. Titularul activităţilor de curs	Prof. dr. Adrian Petrusel						
2.3. Titularul activităţilor de seminar	Prof. dr. Adrian Petrusel						
2.4. Anul de studiu	**2**	2.5. Semestrul	**3**	2.6. Tipul de evaluare	**VP**	2.7. Regimul disciplinei	Opţională

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	**3**	din care: 3.2. curs	**2**	3.3. seminar/ laborator/ proiect	**1**
3.4. Total ore din planul de învăţământ	**42**	din care: 3.5. curs	**28**	3.6 seminar/laborator	**14**
Distribuţia fondului de timp pentru studiul individual (SI) şi activităţi de autoinstruire (AI)					**ore**
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie şi notiţe (AI)					32
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate şi pe teren					23
Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii şi eseuri					32
Tutoriat (consiliere profesională)					21
Examinări					8
Alte activităţi					
3.7. Total ore studiu individual (SI) şi activităţi de autoinstruire (AI)					133
3.8. Total ore pe semestru					175
3.9. Numărul de credite					7

4. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1. de curriculum	Cunoaştere aprofundată a materiei de liceu, în particular a următoarelor subiecte: • Calcul diferenţial şi Calcul integral • Analiza matematică (I-III), Topologie • Analiză neliniară aplicată
4.2. de competenţe	• operarea cu concepte abstracte • capacitatea de a face deducţii logice • capacitatea de a rezolva probleme matematice pe baza conceptelor învăţate

5. Condiţii (acolo unde este cazul)

5.1. de desfăşurare a cursului	tabla, creta, videoproiector
5.2. de desfăşurare a seminarului/ laboratorului	tabla, creta, videoproiector

6.1. Competenţele specifice acumulate[1]

Competenţe profesionale/esenţiale	• - Abilitatea de a înţelege şi manipula concepte, rezultate şi teorii matematice avansate. • - Capacitate de a modela si analiza din punct de vedere matematic procese reale din alte • ştiinţe, economie şi inginerie. • - Abilitatea de a folosi limbajul ştiinţific şi de a scrie rapoarte şi lucrări ştiinţifice. • - Dobândirea unor metode specifice teoriei analizei multivalorice (care în principal legate de analiza neliniară) şi aplicaţiile acesteia
Competenţe transversale	• Capacitate de a se informa, de a lucra independent sau în echipă pentru a realiza studii şi pentru a rezolva probleme complexe. • Capacitate de autoperfecţionare şi studiu continuu. • Capacitatea de a utiliza cunoştinţe avansate şi complementare în vederea obţinerii unui doctorat în Matematică Pură sau Matematică Aplicată.

6.2. Rezultatele învăţării

Cunoştinţe	Studentul cunoaşte conceptele de bază şi rezultatele analizei multivalorice (proprietăţi generale, metrizabilitate, diverse noţiuni de continuitate), precum şi teoria metrică şi topologică a punctului fix pentru operatori multivalori şi aplicaţiile acesteia la incluziuni diferenţiale şi integrale..
Aptitudini	Studentul este capabil: - Să construiască argumente matematice clare şi bine susţinute pentru a explica problemele, subiectele şi ideile matematice în scris. - să demonstreze teoreme folosind limbajul matematic în cadrul cursurilor teoretice şi va fi capabil să prezinte aceste rezultate atât oral cât şi în scris.
Responsabilităţi şi autonomie	Studentul are capacitatea de a - explora în mod independent anumite conţinuturi matematice, bazându-se pe ideile şi instrumentele deja dobândite, pentru a-şi extinde cunoştinţele. - lucra independent şi să extindă ideile şi argumentele matematice deja dobândite la o temă matematică care nu a fost studiată anterior.

7. Obiectivele disciplinei (reieşind din grila competenţelor acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	• să prezinte conceptele de bază şi rezultatele în analiza multivocă şi teoria punctului fix pentru operatorii multivoci şi aplicaţiile acesteia la incluziuni diferenţiale şi integrale

[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	A înţelege şi utiliza în mod creativ: • concepte şi instrumente de bază ale spaţiilor metrice şi teoria metricii Hausdorff-Pompeiu • concepte principale privind teoria operatorilor multivoci • principalele concepte şi rezultate ale teoriei metrice a punctului fix, teoriei punctului de coincidenţă şi teoriei punctului fix cuplat pentru operatori multivoci • aplicaţii ale teoriei punctului fix pentru operatori multivaoci la incluziuni diferenţiale şi integrale

8. Conţinuturi

8.1 Curs	**Metode de predare**	**Observaţii**
Funcţionale pe familia tuturor submulţimii unui spaţiu metric: distanţa între mulţimi, funcţionala exces, funcţionala Pompeiu-Hausdorff, funcţionala diametru	prelegerea, demonstraţia, exemple	
Funcţionala Pompeiu-Hausdorff (proprietăţi)	prelegerea, demonstraţia, exemple	
Noţiuni de continuitate pentru operatori multivoci	prelegerea, demonstraţia, exemple	
Principiul multivoc al contracţiei	prelegerea, demonstraţia, exemple	
Generalizări ale principiului multivoc al contracţiei	prelegerea, demonstraţia, exemple	
Teoria operatorilor slab Picard; Exemple	prelegerea, demonstraţia, exemple	
Proprietăţi calitative ale mulţimii punctelor fixe a operatorilor multivoci	prelegerea, demonstraţia, exemple	
Teoria punctului de coincidenţă pentru operatori multivoci	prelegerea, demonstraţia, exemple	
Teoreme de punct fix cuplat pentru operatori multivoci	prelegerea, demonstraţia, exemple	
Applicţii ale analizei operatorilor multivoci la incluziuni integrale şi diferenţiale	prelegerea, demonstraţia, exemple	
Direcţii de cercetare în teoria ecuaţiilor diferenţiale. Model de subiect de examen	prelegerea, demonstraţia, exemple	

Bibliografie

1. J.-P. Aubin, H. Frankowska, Set-Valued Analysis, Birkhauser, Basel, 1990.
2. S. Hu, N.S. Papageorgiou, Handbook of Multivalued Analysis, Vol. I and II, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, 1997, 1999.
3. I.A. Rus, A. Petruşel, G. Petruşel, Fixed Point Theory, Presa Universitara Clujeana, 2008.
4. A. Granas, J. Dugundji, Fixed Point Theory, Springer, 2003.
5. A. Petruşel, Gh. Mot, G. Petruşel, Topics in Nonlinear Analysis and Applications to Mathematical Economics, House of the Book of Science, Cluj-Napoca, 2007.

8.2 Seminar / laborator	**Metode de predare**	**Observaţii**
Exemple şi exerciţii privind funcţionala distanţă, funcţionala exces, funcţionala Pompeiu-Hausdorff, funcţionala diametru	Exemple, dialog, explicaţie, demonstraţie, problematizare	
Exemple şi exreciţii privind funcţionala Pompeiu-Hausdorff	Exemple, dialog, explicaţie, demonstraţie, problematizare	
Exemple şi exerciţii privind continuitatea operatorilor multivoci	Exemple, dialog, explicaţie, demonstraţie, problematizare	
Exemple şi exerciţii privind principiul multivoc al contracţiei	Exemple, dialog, explicaţie, demonstraţie, problematizare	
Exemple şi exerciţii privind teoria operatorilor slab Picard	Exemple, dialog, explicaţie, demonstraţie, problematizare	
Exemple şi exerciţii privind problema de coincidenţă pentru operatori multivoci	Exemple, dialog, explicaţie, demonstraţie, problematizare	
Exemple şi exerciţii privind probleme de punct fix cuplat pentru operatori multivoci	Exemple, dialog, explicaţie, demonstraţie, problematizare	
Exemple şi exerciţii privind aplicaţii la incluziuni operatoriale	Exemple, dialog, explicaţie, demonstraţie, problematizare	

Bibliografie

1. J.-P. Aubin, H. Frankowska, Set-Valued Analysis, Birkhauser, Basel, 1990.
2. S. Hu, N.S. Papageorgiou, Handbook of Multivalued Analysis, Vol. I and II, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, 1997, 1999.
3. I.A. Rus, A. Petruşel, G. Petruşel, Fixed Point Theory, Presa Universitara Clujeana, 2008.

4. A. Granas, J. Dugundji, Fixed Point Theory, Springer, 2003. 5. A. Petruşel, Gh. Mot, G. Petruşel, Topics in Nonlinear Analysis and Applications to Mathematical Economics, House of the Book of Science, Cluj-Napoca, 2007.

8.3 Laborator	**Metode de predare**	**Observaţii**
-		

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

- un astfel de curs există în curricula principalelor universităţi din ţară şi din lume, ca bază pentru o bună activitate de cercetare prin Şcoala Doctorală în Matematică.
- elemente de analiza operatorilor multivoci sunt fundamentale pentru buna înţelegere şi asimilarea altor capitole importante ale matematicii actuale.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Cunoaşterea conceptelor şi a rezultatelor de bază Capacitatea de a justifica prin dovezi rezultate teoretice	Lucrare scrisă I Lucrare scrisă II	40% 40%
10.5 Seminar	Abilitatea de a aplica concepte şi rezultate; Abilitatea de a demonstra rezultate noi în analiza operatorilor multivoci	Teme de casă Rezolvarea la tablă a exerciţiilor	10% 10%
10.6 Standard minim de performanţă			
• Susţinerea cu succes a disciplinei este condiţionată de nota finală care trebuie să fie de cel puţin 5. • Toate regulile oficiale ale universităţii cu privire la participarea studenţilor la activităţi academice, precum şi cele referitoare la înşelăciune şi plagiat sunt valabile şi aplicate.			

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

	Eticheta generală pentru Dezvoltare durabilă							

[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.*".

Data completării: 11.04.2025	Semnătura titularului de curs Prof. dr. Adrian Petrusel	Semnătura titularului de seminar Prof. dr. Adrian Petrusel

Data avizării în departament: 25.04.2025	Semnătura directorului de departament Prof. dr. Andrei Mărcuş