

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Babeș-Bolyai
1.2 Facultatea	Matematica și Informatica
1.3 Departamentul	Matematica
1.4 Domeniul de studii	Matematica
1.5 Ciclul de studii	Bachelor
1.6 Programul de studiu / Calificarea	Matematica

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Analiza funcțională						
2.2 Titularul activităților de curs	Conf. Univ. Dr. Brigitte E. Breckner						
2.3 Titularul activităților de seminar	Conf. Univ. Dr. Brigitte E. Breckner						
2.4 Anul de studiu	3	2.5 Semestrul	5	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	obligatorie
2.8 Codul disciplinei	MLR0004						

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	3.2 Din care: curs	2	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	56	3.5 Din care: curs	28	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					8
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					2
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					4
Tutoriat					1
Examinări					4
Alte activități: .....					-

3.7 Total ore studiu individual	19
3.8 Total ore pe semestru	75
3.9 Numărul de credite	3

#### 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	<ul style="list-style-type: none"> <li>algebra liniara; topologie; analiza matematica</li> </ul>
4.2 de competențe	

#### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1 De desfășurare a cursului	
5.2 De desfășurare a seminarului/laboratorului	

#### 6. Competențele specifice acumulate

<b>Compe te nțe prof esio nale</b>	<p>C1.1 Identificarea notiunilor, descrierea teoriilor si utilizarea limbajului specific.</p> <p>C1.3 Aplicarea corecta a metodelor si principiilor de baza in rezolvarea problemelor de matematica.</p>
<b>Com pete nțe tran sver sale</b>	<p>CT1. Aplicarea regulilor de munca riguroasa si eficienta, manifestarea unor atitudini responsabile fata de domeniul stiintific si didactic, pentru valorificarea optima si creativa a propriului potential in situatii specifice, cu respectarea principiilor si a normelor de etica profesionala.</p>

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prezentarea notiunilor si rezultatelor fundamentale ale analizei functionale</li> </ul>
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>Familiarizarea studentilor cu gandirea abstracta si cu problematizarea specifica analizei functionale</li> </ul>

#### 8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
----------	-------------------	------------

1. Complemente de teoria spațiilor liniare (spații liniare, subspații liniare, învelitoarea liniară, bază, operatori liniari, funcționale liniare, funcționale subliniare)	Prelegerea cu demonstrații matematice, conversația, problematizarea, descoperirea.	
2. Complemente de teoria spațiilor liniare (lema de prelungire a lui Helly, teorema lui Hahn–Banach pentru spații liniare reale )	Prelegerea cu demonstrații matematice, conversația, problematizarea, descoperirea.	
3. Complemente de teoria spațiilor liniare (legătura dintre funcționalele complex liniare și cele real liniare, teorema lui Hahn–Banach pentru spații liniare complexe, seminorme, teorema lui Bohnenblust-Sobczyk-Suhomlinov)	Prelegerea cu demonstrații matematice, conversația, problematizarea, descoperirea.	
4. Spații liniare topologice (noțiunea de spațiu liniar topologic, proprietăți de bază ale spațiilor liniare topologice)	Prelegerea cu demonstrații matematice, conversația, problematizarea, descoperirea.	
5. Spații multiseminormate (preliminariile topologice: topologia generată de o familie de funcții, topologia spațiilor multiseminormate, spații seminormate)	Prelegerea cu demonstrații matematice, conversația, problematizarea, descoperirea.	
6. Spații normate (norme echivalente, echivalența normelor pe spațiile liniare finit dimensionale, șiruri mărginite)	Prelegerea cu demonstrații matematice, conversația, problematizarea, descoperirea.	
7. Spații normate (lema lui Riesz asupra aproape perpendicularei, caracterizări ale spațiilor normate finit dimensionale, familii sumabile de puncte ale unui spațiu normat)	Prelegerea cu demonstrații matematice, conversația, problematizarea, descoperirea.	
8. Spații prehilbertiene (produs scalar, proprietăți ale produsului scalar, caracterizarea normelor care provin dintr-un produs scalar, noțiunea de spațiu prehilbertian și cea de spațiu Hilbert)	Prelegerea cu demonstrații matematice, conversația, problematizarea, descoperirea.	
9. Spații prehilbertiene (continuitatea produsului scalar, ortogonalitate, proprietăți ale complementului ortogonal, puncte de cea mai bună aproximare, caracterizarea punctelor de cea mai bună aproximare)	Prelegerea cu demonstrații matematice, conversația, problematizarea, descoperirea.	
10. Spații prehilbertiene (descompunerea ortogonală a unui spațiu prehilbertian, descompunerea ortogonală a unui spațiu Hilbert, familii ortonormale, baze ortonormale, caracterizarea bazelor ortonormale în spații prehilbertiene și în spații Hilbert, coeficienți Fourier și dezvoltare Fourier)	Prelegerea cu demonstrații matematice, conversația, problematizarea, descoperirea.	
11. Operatori liniari continui (caracterizări ale continuității operatorilor liniari între spații multiseminormate, caracterizări ale continuității operatorilor liniari între spații normate, spațiul normat al operatorilor liniari continui)	Prelegerea cu demonstrații matematice, conversația, problematizarea, descoperirea.	
12. Operatori liniari continui (convergența punctuală a șirurilor de operatori liniari continui între spații normate, principiul condensării singularităților, principiul mărginirii uniforme)	Prelegerea cu demonstrații matematice, conversația, problematizarea, descoperirea.	

13. Operatori liniari continui (teorema lui Banach-Steinhaus, completitudinea spațiului normat al operatorilor liniari continui, convergența formulilor de cuadratură)	Prelegerea cu demonstrații matematice, conversația, problematizarea, descoperirea.	
14. Operatori liniari continui (teorema asupra operatorului deschis, teorema de continuitate a operatorului invers, teorema asupra graficului închis). Recapitulare	Prelegerea cu demonstrații matematice, conversația, problematizarea, descoperirea.	

### Bibliografie

1. BRECKNER W. W.: Analiză funcțională, Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 2009.
2. BREZIS H.: Analiză funcțională. Teorie și aplicații, Ed. Academiei Române, București, 2002.
3. CONWAY J. B.: A Course in Functional Analysis. Second Edition, Springer-Verlag, New-York –Berlin – Heidelberg, 1999.
4. HEUSER H.: Funktionalanalysis. Theorie und Anwendung, 3. Auflage, B. G. Teubner, Stuttgart, 1992.
5. KANTOROVICI L.V., AKILOV G. P.: Analiză funcțională. Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1986.
6. MUNTEAN I.: Analiză funcțională, Universitatea "Babeș-Bolyai", Cluj-Napoca, 1993.
7. PRECUPANU T.: Analiză funcțională pe spații liniare normate, Editura Universității "Alexandru Ioan Cuza", Iași, 2005.
8. WERNER D.: Funktionalanalysis, Vierte, überarbeitete Auflage., Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg - New York, 2002.

8.2 Seminar / laborator	Metode de predare	Observații
1. Complemente de teoria spațiilor liniare	Problematizare, discutie, munca în echipa	
2. Complemente de teoria spațiilor liniare.	Problematizare, discutie, munca în echipa	
3. Complemente de teoria spațiilor liniare. Recapitularea unor noțiuni și rezultate de topologie generală utilizate în analiza funcțională	Problematizare, discutie, munca în echipa	
4. Spații liniare topologice. Inegalitățile lui Young, Hölder și Minkowski	Problematizare, discutie, munca în echipa	
5. Spații multiseminormate. Spații normate (norma $\  \cdot \ _p$ pe spațiul liniar $\mathbf{K}^m$ , norma supremum pe spațiul liniar $B(T, \mathbf{K})$ , norma pe spațiul liniar $l_p$ )	Problematizare, discutie, munca în echipa	
6. Spații normate complete (proprietăți). Exemple de spații normate complete (spațiile normate finite dimensionale, $B(T, \mathbf{K})$ , $CB(T, \mathbf{K})$ , $C(T, \mathbf{K})$ )	Problematizare, discutie, munca în echipa	
7. Exemple de spații normate complete (spațiul $C^1[a,b]$ , $l_\infty$ , $c$ , $c_0$ , $l_p$ )	Problematizare, discutie, munca în echipa	
8. Spații prehilbertiene	Problematizare, discutie, munca în echipa	

9. Problema de aproximare a lui Cebâșev. Calculul punctelor de cea mai bună aproximare. Spații prehilbertiene	Problematizare, discutie, munca în echipa	
10. Teorema de descompunere ortogonală a spațiilor Hilbert	Problematizare, discutie, munca în echipa	
11. Funcționale liniare continue pe spații normate (caracterizarea continuității funcționalelor liniare). Determinarea normei operatorilor liniari și continui între spații normate	Problematizare, discutie, munca în echipa	
12. Funcționale liniare continue pe spații normate (teoremele de prelungire ale lui Hahn). Convergența uniformă și convergența punctuală a șirurilor de operatori liniari continui între spații normate	Problematizare, discutie, munca în echipa	
13. Forma generală a funcționalelor liniare continue pe spații Hilbert	Problematizare, discutie, munca în echipa	
14. Forma generală a funcționalelor liniare continue pe spațiile normate $l_p$	Problematizare, discutie, munca în echipa	

#### Bibliografie

1. BREZIS H.: Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations, Springer, 2011
2. HEUSER H.: Funktionalanalysis. Theorie und Anwendung, 3. Auflage. B. G. Teubner, Stuttgart, 1992.
3. POPA E.: Culegere de probleme de analiză funcțională, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981.
4. WERNER D.: Funktionalanalysis. Vierte, überarbeitete Auflage, Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg - New York, 2002 .

### 9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului

- Analiza funcțională este o disciplină fundamentală, care se regăsește în toate planurile de învățământ ale marilor universități din țară și străinătate.

### 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs		La mijlocul semestrului se dă o lucrare de control din materia primelor 7 cursuri și seminariile. Cei care sunt mulțumiți de această notă, vor da în sesiune examenul scris doar din	
10.5 Seminar/laborator			

	materia ultimelor 7 cursuri și seminarii. În acest caz, nota finală este media aritmetică a celor două note. Cei care nu sunt mulțumiți de nota obținută la lucrarea de control, vor da examenul din toată materia, iar, în acest caz, nota finală este cea obținută la examen. În sesiunea de restanțe, examenul scris se dă din toată materia.	
--	--	--

#### 10.6 Standard minim de performanță

- Abilitatea de a arata ca o anumita functionala este o norma/seminorma
- Demonstrarea liniaritatii si continuitatii unui operator/functionala si determinarea normei sale
- Cunoasterea definitiilor si rezultatelor de baza

Data completării      Semnătura titularului de curs

25.04.2022

Conf. univ. dr. Brigitte E. Breckner

Semnătura titularului de seminar

Conf. univ. dr. Brigitte E. Breckner

Data avizării în departament

28.04.2022

Semnătura directorului de departament

Prof. univ. dr. Agratini Octavian