FIŞA DISCIPLINEI

Analiză funcţională aplicată

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	**Analiză funcţională**					Codul disciplinei	**MME3005**
2.2. Titularul activităţilor de curs	Conf. univ. dr. Brigitte-Erika Breckner						
2.3. Titularul activităţilor de seminar	Conf. univ dr. Brigitte-Erika Breckner						
2.4. Anul de studiu	1	2.5. Semestrul	2	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7. Regimul disciplinei	opţional

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					17
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	algebră liniară; topologie; analiză matematică; participarea la cursul de analiză funcţională de la nivelul licenţă NU este necesară
4.2. de competenţe	operarea cu concepte abstracte, abilitatea de a face deducţii logice

5. Condiţii (acolo unde este cazul)

5.1. de desfăşurare a cursului	tablă, cretă, videoproiector
5.2. de desfăşurare a seminarului/ laboratorului	tablă, cretă

6.1. Competenţele specifice acumulate[1]

[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.

Competenţe profesionale/esenţiale	C1.1 Identificarea noţiunilor, descrierea teoriilor şi utilizarea limbajului specific. C1.3 Aplicarea corectă a metodelor şi principiilor de bază în rezolvarea problemelor de matematică.
Competenţe transversale	CT1. Aplicarea regulilor de muncă riguroasă şi eficientă, manifestarea unor atitudini responsabile faţă de domeniul ştiinţific şi didactic, pentru valorificarea optimă şi creativă a propriului potenţial în situaţii specifice, cu respectarea principiilor şi a normelor de etică profesională.

6.2. Rezultatele învăţării

Cunoştinţe	Studentul: - a dobândit competenţele specifice disciplinelor legate de matematică necesare pentru realizarea temelor, - cunoaşte noţiuni fundamentale legate de analiză funcţională precum şi metode de aplicare a acestora în domenii ale ştiinţei legate de matematică şi informatică.
Aptitudini	Studentul este capabil să: - construiască argumente matematice clare şi bine susţinute pentru a explica în scris probleme, subiecte şi idei matematice, - demonstreze teoreme utilizând limbajul matematic în cadrul cursurilor teoretice şi va putea prezenta 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 din însuşite deja, pentru a-şi extinde cunoaşterea, - să extinde în mod independent ideile şi argumentele matematice deja însuşite, la un subiect matematic care nu a fost studiat anterior.

7. Obiectivele disciplinei (reieşind din grila competenţelor acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	• Prezentarea teoriei spectrale a operatorilor pe spaţii Banach, respectiv, pe spaţii Hilbert • Prezentarea unor aplicaţii ale teoriei spectrale a operatorilor
7.2 Obiectivele specifice	• Dobândirea unor cunoştinţe specifice analizei funcţionale avansate • Familiarizarea studenţilor cu gândirea abstractă şi cu problematizarea specifică analizei funcţionale

8. Conţinuturi

8.1 Curs	**Metode de predare**	**Observaţii**
1. Spaţii normate (definiţie; proprietăţi; spaţii Banach; spaţii prehilbertiene; spaţii Hilbert; exemple)	Prelegerea cu demonstraţii matematice, conversaţia, problematizarea, descoperirea.	
2. Operatori liniari continui între spaţii normate (caracterizări ale continuităţii operatorilor liniari între spaţii normate; spaţiul normat al operatorilor liniari continui	Prelegerea cu demonstraţii matematice, conversaţia, problematizarea, descoperirea.	
3. Operatori liniari continui între spaţii normate (teorema asupra operatorului deschis; teorema de continuitate a operatorului invers; teorema asupra graficului închis)	Prelegerea cu demonstraţii matematice, conversaţia, problematizarea, descoperirea.	
4. Funcţionale liniare continue pe spaţii normate (caracterizări ale continuităţii funcţionalelor liniare pe spaţii normate; dualul unui spaţiu normat; dualul unui spaţiu Hilbert). Spaţii normate reflexive	Prelegerea cu demonstraţii matematice, conversaţia, problematizarea, descoperirea.	
5. Teoria spectrală a operatorilor pe spaţii Banach (operatori închişi; mulţimea rezolventă, rezolventa, spectrul, spectrul punctual, spectrul punctual aproximativ, the continuous spectrul continuu, spectrul rezidual al unui operator)	Prelegerea cu demonstraţii matematice, conversaţia, problematizarea, descoperirea.	
6. Teoria spectrală a operatorilor pe spaţii Banach (adjunctul unui subspaţiu linear al produsului a două spaţii; adjunctul unui operator linear dens definit)	Prelegerea cu demonstraţii matematice, conversaţia, problematizarea, descoperirea.	
7. Teoria spectrală a operatorilor pe spaţii Banach (legături între un operator linear dens definit şi adjunctul său; proprietăţi ale mulţimii rezolvente şi ale spectrului operatorilor adjuncţi)	Prelegerea cu demonstraţii matematice, conversaţia, problematizarea, descoperirea.	
8. Teoria spectrală a operatorilor pe spaţii Banach (operatori compacţi; caracterizări şi proprietăţi ale operatorilor compacţi)	Prelegerea cu demonstraţii matematice, conversaţia, problematizarea, descoperirea.	
9. Teoria spectrală a operatorilor pe spaţii Banach (teorema Riesz-Schauder pentru operatori compacţi; teorema spectrală pentru operatori compacţi)	Prelegerea cu demonstraţii matematice, conversaţia, problematizarea, descoperirea.	
10. Teoria spectrală a operatorilor pe spaţii Hilbert (adjunctul unui operator liniar continuu între spaţii Hilbert; proprietăţi ale operatorilor adjuncţi; operatori unitari, operatori auto-adjuncţi, operatori normali şi operatori simetrici)	Prelegerea cu demonstraţii matematice, conversaţia, problematizarea, descoperirea.	
11. Teoria spectrală a operatorilor pe spaţii Hilbert (teorema Hellinger-Toeplitz; proprietăţi spectrale ale operatorilor normali; proprietăţi spectrale ale operatorilor auto-adjuncţi)	Prelegerea cu demonstraţii matematice, conversaţia, problematizarea, descoperirea.	
12. Teoria spectrală a operatorilor pe spaţii Hilbert (teorema spectrală pentru operatori compacţi auto-adjuncţi; teorema spectrală pentru operatori compacţi normali)	Prelegerea cu demonstraţii matematice, conversaţia, problematizarea, descoperirea.	
13. Algebre Banach(definiţie; mulţimea rezolventă, rezolventa şi spectrul unui element; proprietăţi ale rezolventei; ideale şi ideale maximale în algebre Banach; caractere)	Prelegerea cu demonstraţii matematice, conversaţia, problematizarea, descoperirea.	

14. Algebre Banach (spaţiul Gelfand al unei algebre Banach; teorema Gelfand-Mazur; transformata Gelfand)	Prelegerea cu demonstraţii matematice, conversaţia, problematizarea, descoperirea.	

Bibliografie

1. BRECKNER W. W.: Analiză funcţională, Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 2009.

2. BREZIS H.: Analiză funcţională. Teorie şi aplicaţii, Ed. Academiei Române, Bucureşti, 2002.

3. DUNFORD N. and SCHWARTZ J. T.: Linear Operators. Part 1: General theory, Interscience Publishers, New York, 1958.

4. DUNFORD N. and SCHWARTZ J. T.: Linear Operators. Part 2: Spectral theory, Interscience Publishers, New York, 1963.

5. HEUSER H.: Funktionalanalysis. Theorie und Anwendung, 3. Auflage, B. G. Teubner, Stuttgart, 1992.

6. WERNER D.: Funktionalanalysis, vierte, überarbeitete Auflage., Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg - New York, 2002.

8.2 Seminar / laborator	**Metode de predare**	**Observaţii**
1. De la coarda oscilantă la serii Fourier	Problematizare, discuţie, muncă în echipă	
2. Exemple de operatori (integrali, de diferenţiere, de interpolare, de aproximare, din mecanica cuantică)	Problematizare, discuţie, muncă în echipă	
3. Aplicaţii ale rezultatelor prezentate în cursul 3 (referitor la ecuaţii diferenţiale liniare, la aproximarea soluţiilor unor ecuaţii operatoriale)	Problematizare, discuţie, muncă în echipă	
4. Exemple/contraexemple de spaţii normate reflexive	Problematizare, discuţie, muncă în echipă	
5. Raza spectrală a unui operator. Determinarea mulţimii rezolvente, a spectrului, a spectrului punctual, a spectrului punctual aproximativ, a spectrului continuu şi a spectrului rezidual al unor operatori concreţi	Problematizare, discuţie, muncă în echipă	
6. Determinarea mulţimii rezolvente, a spectrului, a spectrului punctual, a spectrului punctual aproximativ, a spectrului continuu şi a spectrului rezidual al unor operatori concreţi	Problematizare, discuţie, muncă în echipă	
7. O caracterizare a operatorilor adjuncţi. Exemple	Problematizare, discuţie, muncă în echipă	
8. Exemple de operatori compacţi	Problematizare, discuţie, muncă în echipă	
9. Aplicaţii ale teoremei spectrale pentru operatori compacţi (problema de valori proprii Sturm-Liouville)	Problematizare, discuţie, muncă în echipă	
10. Operatori unitari, operatori auto-adjuncţi, operatori normali şi operatori simetrici (exemple, proprietăţi)	Problematizare, discuţie, muncă în echipă	
11. Operatori unitari, operatori auto-adjuncţi, operatori normali şi operatori simetrici (exemple, proprietăţi)	Problematizare, discuţie, muncă în echipă	
12. Aplicaţii ale teoremelor spectrale prezentate la curs (rădăcina pătrată a unui operator pozitiv)	Problematizare, discuţie, muncă în echipă	
13. Algebre Banach (exemple)	Problematizare, discuţie, muncă în echipă	
14. Algebre Banach (spaţiul Gelfand al unor algebre Banach concrete)	Problematizare, discuţie, muncă în echipă	

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. WERNER D.: Funktionalanalysis. Vierte, überarbeitete Auflage, Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg - New York, 2002 .

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

- Analiza funcţională este o disciplină fundamentală, care se regăseşte în toate planurile de învăţământ ale marilor universităţi din ţară şi străinătate.

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 rezultatelor de bază	Test scris la mijlocul semestrului	45%
	Abilitatea de a face demonstraţii	Examen scris în sesiune	45%
10.5 Seminar/laborator	Abilitatea de a aplica conceptele şi rezultatele prezentate la curs	Activitatea de la seminar	10%
	Se aplică regulamentul facultăţii cu privire la prezenţa la activităţile didactice		
10.6 Standard minim de performanţă			
• Cunoaşterea definiţiilor şi rezultatelor de bază prezentate la curs şi seminar			

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 Conf. univ. dr. Brigitte E. Breckner	Semnătura titularului de seminar Conf. univ. dr. Brigitte E. Breckner

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