



## FIȘA DISCIPLINEI

Anul universitar 2023 - 2024

### 1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea Lucian Blaga din Sibiu
1.2. Facultatea	Facultatea de Științe
1.3. Departament	Departamentul de Matematică și Informatică
1.4. Domeniul de studiu	Matematică
1.5. Ciclul de studii <sup>1</sup>	Licență
1.6. Specializarea	Matematică informatică

### 2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	Teoria aproximării pe spații abstracte			Cod	FSTI.MAI.MI.L.SO.5. 2200.E-5.41
2.2. Titular activități de curs	Lector univ. dr. Marian Olaru				
2.3. Titular activități practice	Lector univ.dr. Aliana Totoi				
2.4. An de studiu <sup>2</sup>	3	2.5. Semestrul <sup>3</sup>	5	2.6. Tipul de evaluare <sup>4</sup>	E
2.7. Regimul disciplinei <sup>5</sup>	O	2.8. Categoria formativă a disciplinei <sup>6</sup>	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
2	2	0	0	0	2
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 <sup>7</sup>
28	28	0	0	28	56
<b>Distribuția fondului de timp pentru studiu individual<sup>8</sup></b>					<b>Nr. ore</b>
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					28
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					4
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					28
Tutoriat <sup>9</sup>					7
Examinări <sup>10</sup>					2
<b>3.3. Total ore alocate studiului individual<sup>11</sup> (NOSI<sub>sem</sub>)</b>					<b>69</b>
<b>3.4. Total ore din Planul de învățământ (NOAD<sub>sem</sub>)</b>					<b>56</b>
<b>3.5. Total ore pe semestru<sup>12</sup> (NOAD<sub>sem</sub> + NOSI<sub>sem</sub>)</b>					<b>125</b>
<b>3.6. Nr ore / ECTS</b>					<b>125</b>
<b>3.7. Număr de credite<sup>13</sup></b>					<b>5</b>



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

4.1. Discipline necesar a fi promovate anterior (de curriculum) <sup>14</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Analiză matematică</li> <li>● Analiză reală și elemente de teoria măsurii</li> <li>● Analiză funcțională</li> <li>● Analiză numerică</li> </ul>
4.2. Competențe	

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

5.1. De desfășurare a cursului <sup>15</sup>	Tablă, videoproiector, platforme on-line
De desfășurare a activităților practice (lab/sem/pr/aplic) <sup>16</sup>	Calculator, pachete software, platforme on-line

**6. Competențe specifice acumulate**<sup>17</sup>

		Număr de credite alocat disciplinei <sup>18</sup>	Repartizare credite pe competențe <sup>19</sup>
6.1. Competențe profesionale	CP1	Identificarea noțiunilor specifice teoriei aproximării pe spații abstracte	0.6
	CP2	Demonstrarea rezultatelor din domeniul aproximării pe spații abstracte folosind diferite concepte și rationamente matematice	0.6
	CP3	Aplicarea aproximării pe spații abstracte la rezolvarea unor probleme care descriu diverse fenomene și procese	0.6
	CP4	Realizarea de lucrări și proiecte ce tratează probleme din diferite domenii științifice, ingineresti și economice utilizând aproximarea pe spații abstracte	0.6
	CP5	Înțelegerea metodelor și algoritmilor specifici teoriei aproximării	0.6
	CP6	Abilități de cercetare și creativitate în domeniul aproximării pe spații abstracte	0.6
6.2. Competențe transversale	CT1	Aplicarea regulilor de muncă organizată și eficientă, a unor atitudini responsabile față de domeniul științific-profesional, pentru valorificarea creativă a propriului potențial, cu respectarea principiilor și a normelor de etică profesională	0.5
	CT2	Desfășurarea eficientă a activităților organizate într-o echipă interdisciplinară prin asumarea unor funcții de execuție și conducere, cu dezvoltarea capacităților empatică de comunicare interpersonală, de relaționare și colaborare cu grupuri diverse	0.5
	CT3	Elaborarea proiectului propriu de dezvoltare profesională; utilizarea unor metode și tehnici eficiente de învățare, informare, cercetare și dezvoltare a capacităților, de valorificare a cunoștințelor, de adaptare la cerințele unei societăți dinamice și de comunicare în limba română și în limba engleză	0.4

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

7.1. Obiectivul general	Însușirea principalelor rezultate teoretice specifice teoriei aproximării pe spații abstracte și a metodelor de aplicare a acestora la rezolvarea unor probleme din diferite domenii științifice, ingineresti și economice
7.2. Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Înțelegerea și utilizarea caracteristicilor fundamentale ale aproximării pe spații abstracte</li> <li>● Însușirea cunoștințelor necesare pentru elaborarea metodelor și algoritmilor specifici teoriei aproximării</li> <li>● Aplicarea metodelor învățate la rezolvarea unor probleme complexe din știință, inginerie și economie</li> </ul>



## 8. Conținuturi

8.1. Curs <sup>20</sup>	Metode de predare <sup>21</sup>	Nr. ore
Curs 1. Spații de funcții utilizate: spații metrice, spații liniare normate, spații Banach, spații cu produs scalar, spații Hilbert	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, discuții cu studenții	2
Curs 2. Problema generală de aproximare optimală: definirea problemei generale, teoreme de existență a soluțiilor, rezultate privind unicitatea soluției	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	2
Curs 3. Problema generală de aproximare optimală: teoreme de caracterizare a soluțiilor, dependența continuă de date a soluțiilor	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector,	2
Curs 4. Problema generală de aproximare optimală: metode de determinare efectivă a soluțiilor, analiza convergenței și a erorilor în cadrul aproximării optimale, exemple și particularizări	Expunere, prelegere, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	2
Curs 5. Proiecții metrice: noțiunea de proiecție metrică, continuitatea proiecțiilor metrice, proprietatea lui Lipschitz pentru proiecțiile metrice, liniaritatea proiecțiilor metrice	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	2
Curs 6. Proiecții metrice: proiecții metrice pe mulțimi convexe, proiecții metrice pe mulțimi Chebyshev convexe, proiecții metrice pe conuri convexe	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	2
Curs 7. Proiecții metrice: proiecții metrice pe subspații, principiul reducerii privind proiecțiile metrice, aplicații ale proiecțiilor metrice	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	2
Curs 8. Metode iterative pentru determinarea punctelor fixe ale operatorilor neliniari: introducere în teoria punctelor fixe, metoda iterativă a lui Picard	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	2
Curs 9. Metode iterative pentru determinarea punctelor fixe ale operatorilor neliniari: metoda iterativă a lui Krasnoselskij, metoda iterativă a lui Mann, metoda iterativă a lui Ishikawa	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	2
Curs 10. Metode iterative pentru determinarea punctelor fixe ale operatorilor neliniari: stabilitatea metodelor iterative, analiza convergenței metodelor iterative, aplicații	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	2
Curs 11. Rezolvarea ecuațiilor operatoriale neliniare în spații liniare normate: definirea și clasificarea ecuațiilor operatoriale, teoreme de existență; teoreme de unicitate, teoreme de convergență	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	2
Curs 12. Rezolvarea ecuațiilor operatoriale neliniare în spații liniare normate: metoda lui Newton-Kantorovici, metode iterative de ordin superior, metoda lui Halley-Altman	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	2
Curs 13. Rezolvarea ecuațiilor operatoriale neliniare în spații liniare normate: metode de tip Chebyshev-Halley, metode de tip Euler-Halley, alte metode generalizate	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	2
Curs 14. Rezolvarea ecuațiilor operatoriale neliniare în spații liniare normate: aplicații pentru ecuații diferențiale ordinare, aplicații pentru ecuații integrale neliniare, aplicații pentru valori proprii	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	2
<b>Total ore curs:</b>		<b>28</b>

## 8.2. Activități practice

8.2.a. Seminar		Metode de predare <sup>22</sup>	Nr. ore
Seminar 1	Spații de funcții utilizate: spații metrice, spații liniare normate, spații Banach, spații cu produs scalar, spații Hilbert	Discuții, dezbateri, prezentare și/sau analiză de lucrări,	2
Seminar 2	Problema generală de aproximare optimală: definirea problemei generale, teoreme de existență a soluțiilor, rezultate privind unicitatea soluției	Discuții analiză de lucrări, rezolvare de exerciții și probleme	2
Seminar 3	Problema generală de aproximare optimală: teoreme de caracterizare a soluțiilor, dependența continuă de date a soluțiilor	dezbateri, prezentare și/sau analiză de lucrări,	2
Seminar 4	Problema generală de aproximare optimală: metode de determinare efectivă a soluțiilor, analiza convergenței și a erorilor în cadrul aproximării optimale, exemple și particularizări	Discuții, dezbateri, prezentare și/sau analiză de lucrări, rezolvare de exerciții și probleme	2
Seminar 5	Proiecții metrice: noțiunea de proiecție metrică, continuitatea proiecțiilor metrice, proprietatea lui Lipschitz pentru proiecțiile metrice, liniaritatea proiecțiilor metrice	Discuții, dezbateri, prezentare și/sau analiză de lucrări, rezolvare de exerciții și probleme	2
Seminar 6	Proiecții metrice: proiecții metrice pe mulțimi convexe, proiecții metrice pe mulțimi Chebyshev convexe, proiecții metrice pe conuri convexe	Discuții, dezbateri, prezentare și/sau analiză de lucrări, rezolvare de exerciții și probleme	2
Seminar 7	Proiecții metrice: proiecții metrice pe subspații, principiul reducerii privind proiecțiile metrice, aplicații ale proiecțiilor metrice	Discuții, dezbateri, prezentare și/sau analiză de lucrări, rezolvare de exerciții și probleme	2
Seminar 8	Metode iterative pentru determinarea punctelor fixe ale operatorilor neliniari: introducere în teoria punctelor fixe, metoda iterativă a lui Picard	Discuții, dezbateri, prezentare și/sau analiză de lucrări, rezolvare de exerciții și probleme	2
Seminar 9	Metode iterative pentru determinarea punctelor fixe ale operatorilor neliniari: metoda iterativă a lui Krasnoselskij, metoda iterativă a lui Mann, metoda iterativă a lui Ishikawa	Discuții, dezbateri, prezentare și/sau analiză de lucrări, rezolvare de exerciții și probleme	2
Seminar 10	Metode iterative pentru determinarea punctelor fixe ale operatorilor neliniari: stabilitatea metodelor iterative, analiza convergenței metodelor iterative, aplicații	Discuții, dezbateri, prezentare și/sau analiză de lucrări, rezolvare de exerciții și probleme	2
Seminar 11	Rezolvarea ecuațiilor operatoriale neliniare în spații liniare normate: definirea și clasificarea ecuațiilor operatoriale, teoreme de existență; teoreme de unicitate, teoreme de convergență	Discuții, dezbateri, prezentare și/sau analiză de lucrări, rezolvare de exerciții și probleme	2
Seminar 12	Rezolvarea ecuațiilor operatoriale neliniare în spații liniare normate: metoda lui Newton-Kantorovici, metode iterative de ordin superior, metoda lui Halley-Altman	Discuții, dezbateri, prezentare și/sau analiză de lucrări, rezolvare de exerciții și probleme	2
Seminar 13	Rezolvarea ecuațiilor operatoriale neliniare în spații liniare normate: metode de tip Chebyshev-Halley, metode de tip Euler-Halley, alte metode generalizate	Discuții, dezbateri, prezentare și/sau analiză de lucrări, rezolvare de exerciții și probleme	2
Seminar 14	Rezolvarea ecuațiilor operatoriale neliniare în spații liniare normate: aplicații pentru ecuații diferențiale ordinare, aplicații pentru ecuații integrale neliniare, aplicații pentru valori proprii	Discuții, dezbateri, prezentare și/sau analiză de lucrări, rezolvare de exerciții și probleme	2
<b>Total ore seminar</b>			<b>28</b>

## 9. Bibliografie

9.1. Referințe bibliografice recomandate	1. L. V. Kantorovici, G. P. Akilov, Analiză funcțională, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1986
	2. I. Singer, Best approximation in normed linear spaces by elements of linear subspaces, Springer, Berlin 1970
	3. V. Berinde, Iterative approximation of fixed points, Springer, Berlin, 2007
	4. A. Branga, S. Crăciunaș, N. Secelean, Analiză funcțională și teoria aproximării, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2009
9.2. Referințe bibliografice suplimentare	5. I. Singer, The theory of best approximation and functional analysis, SIAM, Philadelphia, 1987
	6. P. J. Laurent, Approximation et optimisation, Hermann, Paris, 1972
	7. M. Chen, Z. Chen, G. Chen, Approximate solutions of operator equations, World Scientific, 1997
	8. J. Lindenstrauss, D. Preiss, J. Tier, Fréchet differentiability of Lipschitz functions and porous sets in Banach spaces, Princeton University Press, New Jersey, 2012

## 10. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului<sup>23</sup>

- Absolvenții pot utiliza cunoștințele și competențele dobândite atât pentru cercetarea fundamentală cât și la rezolvarea unor probleme complexe din economie, știință și inginerie, în cadrul unor echipe multidisciplinare
- Conținutul disciplinei este în concordanță cu programele analitice din alte centre universitare din țară și din străinătate
- Pentru o mai bună adaptare a conținutului disciplinei la cerințele pieței muncii se impun întâlniri și discuții frecvente cu reprezentanți ai angajatorilor și ai mediului de afaceri

## 11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare		11.3 Pondere din nota finală	Obs. <sup>24</sup>
11.4a Examen / Colocviu	• Cunoștințe teoretice și practice însușite (cantitatea, corectitudinea, acuratețea)	Teste pe parcurs <sup>25</sup> :	10%	70% (minim 5)	CEF
		Teme de casă:	10%		
		Alte activități <sup>26</sup> :	%		
		Evaluare finală:	50% (min. 5)		
11.4b Seminar	• Frecvența/relevanța intervențiilor sau răspunsurilor	Evidența intervențiilor, portofoliu de lucrări (referate, sinteze științifice)		30% (minim 5)	CPE
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"> <li>• Chestionar scris</li> <li>• Răspuns oral</li> <li>• Caiet de laborator, lucrări experimentale, referate etc.</li> <li>• Demonstrație practică</li> </ul>		% (minim 5)	N/A
11.4d Proiect	• Calitatea proiectului realizat, corectitudinea documentației proiectului, justificarea soluțiilor alese	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autoevaluarea, prezentarea și/sau susținerea proiectului</li> <li>• Evaluarea critică a unui proiect</li> </ul>		% (minim 5)	N/A
11.5 Standard minim de performanță <sup>27</sup> : Cunoașterea elementelor fundamentale de teorie și practică, rezolvarea unor probleme și aplicații simple					

*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 | \_ | 4 | \_ | / | / | 0 | \_ | 9 | \_ | / | / | 2 | \_ | 0 | \_ | 2 | \_ | 3 | \_ |

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

	<b>Grad didactic, titlul, prenume, numele</b>	<b>Semnătura</b>
<b>Titular disciplină</b>	Lector univ. dr. Marian Olaru	
<b>Responsabil program de studii</b>	Conf. univ. dr. Adrian Nicolae BRANGA	
<b>Director Departament</b>	Prof. univ. dr. Mugur ACU	

<sup>1</sup> Licență / Master

<sup>2</sup> 1-4 pentru licență, 1-2 pentru master

<sup>3</sup> 1-8 pentru licență, 1-3 pentru master

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

<sup>5</sup> Regim disciplină: O=Disciplină obligatorie; A=Disciplină opțională; U=Facultativă

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

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

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

<sup>9</sup> Între 7 și 14 ore

<sup>10</sup> Între 2 și 6 ore

<sup>11</sup> Suma valorilor de pe liniile anterioare, care se referă la studiul individual.

<sup>12</sup> 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.)

<sup>13</sup> 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<sub>C</sub>/C<sub>A</sub> = 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

<sup>14</sup> Se menționează disciplinele obligatoriu a fi promovate anterior sau echivalente

<sup>15</sup> Tablă, videoproiector, flipchart, materiale didactice specifice, platforme on-line etc.

<sup>16</sup> Tehnică de calcul, pachete software, standuri experimentale, platforme on-line etc.

<sup>17</sup> Competențele din Grilele aferente descrierii programului de studii, adaptate la specificul disciplinei

<sup>18</sup> Din planul de învățământ

<sup>19</sup> Creditele alocate disciplinei se distribuie pe competențe profesionale și transversale în funcție de specificul disciplinei

<sup>20</sup> Titluri de capitole și paragrafe

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

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

<sup>23</sup> Legătura cu alte discipline, utilitatea disciplinei pe piața muncii

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

<sup>25</sup> Se va preciza numărul de teste și săptămânile în care vor fi susținute.

<sup>26</sup> Cercuri științifice, concursuri profesionale etc.

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