



## FIȘA DISCIPLINEI

Anul universitar 2023 - 2024

### 1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea Lucian Blaga din Sibiu
1.2. Facultatea	Științe
1.3. Departament	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	Operatori liniari			Cod	FSTI.MAI.MI.L.SA.6. 2200.E-5.9
2.2. Titular activități de curs	Prof.univ.dr. Laurian Suci				
2.3. Titular activități practice	Prof.univ.dr. Laurian Suci				
2.4. An de studiu <sup>2</sup>	3	2.5. Semestrul <sup>3</sup>	6	2.6. Tipul de evaluare <sup>4</sup>	E
2.7. Regimul disciplinei <sup>5</sup>	A	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				4
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				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					40
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					10
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					10
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>25</b>
<b>3.7. Număr de credite<sup>13</sup></b>					<b>5</b>

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

4.1. Discipline necesare a fi promovate anterior (de curriculum) <sup>14</sup>	Analiză Matematică 1,2, Algebră liniară, Elemente de topologie generală, Funcții reale și teoria măsurii, Analiză Funcțională.
4.2. Competențe	Cunoașterea și utilizarea rezultatelor de analiză matematică, topologie generală, teoria măsurii, analiză funcțională studiate în ciclul de licență: spații topologice, spații normate, continuitate, compacitate, măsuri reale, integrarea funcțiilor măsurabile în raport cu o măsură pozitivă, operatori liniari.

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

5.1. De desfășurare a cursului <sup>15</sup>	Tablă, videoproiector, platforme online
5.2. De desfășurare a activităților practice (lab/sem/pr/aplic) <sup>16</sup>	Tablă, videoproiector, platforme online

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

		Număr de credite alocate disciplinei <sup>18</sup>	5	Repartizare credite pe competențe <sup>19</sup>
<b>6.1. Competențe profesionale</b>	CP1	Operarea cu noțiuni și metode avansate de analiză matematică: teoria măsurii, analiză funcțională.		1
	CP2	Cunoașterea, familiarizarea și operarea cu elemente de teoria operatorilor liniari.		1
	CP3	Stăpânirea și utilizarea fără dificultate a noțiunilor: spațiu Hilbert, operatori normali, compacți și de multiplicare, spectre ale operatorilor, măsuri spectrale, dilatări izometrice și unitare pentru contracții.		1
	CP4			
	CP5			
	CP6			
<b>6.2. Competențe transversale</b>	CT1	Manifestarea unei atitudini responsabile față de domeniul științific și didactic, valorificarea potențialului propriu pe plan profesional, respectarea regulilor de muncă riguroasă și eficientă pentru executarea unor sarcini profesionale complexe.		1
	CT2	Coordonarea și conducerea eficientă a activităților organizate în echipă sau într-un grup interdisciplinar.		1
	CT3			

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

7.1. Obiectivul general	- extinderea unor noțiuni și rezultate din teoria clasică a măsurii și din algebra liniară în analiza funcțională și teoria operatorilor liniari și mărginiți.
7.2. Obiectivele specifice	- însușirea, familiarizarea, generalizarea și aplicarea unor noțiuni și rezultate fundamentale din analiza matematică, topologie, teoria măsurii în studiul teoriei operatorilor: compacitate, spații Banach, măsuri spectrale, proprietăți de dilatare a operatorilor pe spații Hilbert, calcul funcțional. - inițierea în fundamentele matematice ale operatorilor pe spații liniare infinite dimensionale, teorie modernă și des utilizată în cele mai variate domenii ale științei.

**8. Conținuturi**

<b>8.1. Curs</b> <sup>20</sup>	<b>Metode de predare</b> <sup>21</sup>	<b>Nr. ore</b>
--------------------------------	--	----------------

Curs 1: Spații Banach.	Prelegerea	2
Curs 2: Spații Hilbert.	Prelegerea	2
Curs 3: Operatori liniari pe spații Banach.	Prelegerea	2
Curs 4: Operatori liniari pe spații Hilbert.	Prelegerea	2
Curs 5: Spectrul unui operator liniar. Tipuri de spectre.	Prelegerea	2
Curs 6: Operatori compacți. Spectrele lor.	Prelegerea	2
Curs 7: Operatori autoadjuncți, pozitivi și normali. Spectrele acestora.	Prelegerea	2
Curs 8: Teorema aplicației spectrale. Raza spectrală și raza numerică a unui operator.	Prelegerea	2
Curs 9: Măsuri spectrale.	Prelegerea	2
Curs 10: Teorema spectrală, cazul operatorilor compacți și cazul operatorilor normali.	Prelegerea	2
Curs 11: Operatori izometrici și unitari; Izometrii parțiale; Descompunerea polară a unui operator.	Prelegerea	2
Curs 12: Conracții hilbertiene.	Prelegerea	2
Curs 13: Dilatarea izometrică și dilatarea unitară a conracțiilor.	Prelegerea	2
Curs 14: Operatori de multiplicare.	Prelegerea	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	Aplicații la tema : Spații Banach.	Expunerea probl. la tablă	2
Seminar 2	Aplicații la tema : Spații Hilbert.	Expunerea probl. la tablă	2
Seminar 3	Aplicații la tema : Operatori liniari pe spații Banach.	Expunerea probl. la tablă	2
Seminar 4	Aplicații la tema : Operatori liniari pe spații Hilbert.	Expunerea probl. la tablă	2
Seminar 5	Aplicații la tema : Spectrul unui operator liniar.	Expunerea probl. la tablă	2
Seminar 6	Aplicații la tema : Operatori compacți.	Expunerea probl. la tablă	2
Seminar 7	Aplicații la tema : Operatori normali.	Expunerea probl. la tablă	2
Seminar 8	Aplicații la tema : Teorema aplicației spectrale.	Expunerea probl. la tablă	2
Seminar 9	Aplicații la tema : Măsuri spectrale.	Expunerea probl. la tablă	2
Seminar 10	Aplicații la tema : Teorema spectrală.	Expunerea probl. la tablă	2
Seminar 11	Aplicații la tema : Operatori izometrici.	Expunerea probl. la tablă	2
Seminar 12	Aplicații la tema : Conracții hilbertiene.	Expunerea probl. la tablă	2
Seminar 13	Aplicații la tema : Dilatări ale conracțiilor.	Expunerea probl. la tablă	2
Seminar 14	Aplicații la tema : Operatori de multiplicare.	Expunerea probl. la tablă	2
<b>Total ore seminar</b>			<b>28</b>

## 9. Bibliografie

9.1. Referințe bibliografice recomandate	H. Brezis, Analiză funcțională, Teorie și aplicații. Editura Academiei Române 2002.
	C. S. Kubrusly, Spectral theory of operators on Hilbert spaces, Birkhauser, 2010.
	C. S. Kubrusly, Elements of operator theory, Birkhauser, 2010.
	C. S. Kubrusly, Hilbert space operators. A problem solving approach. Birkhauser, 2003.
	S. Strătilă, Integrala Lebesgue și transformarea Lebesgue, Theta, 2014.
	C. Costara, D. Popa, Exercises in Functional Analysis, Kluwer 2003.
9.2. Referințe bibliografice suplimentare	

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

Se realizează prin contacte periodice cu aceștia în vederea analizei conținuturilor. Conținuturile disciplinei sunt permanent adaptate atât tradițiilor cât și evoluțiilor domeniilor în care pot fi angajați absolvenții. Acest lucru se realizează atât pe baza experienței cadrelor didactice ale departamentului în domeniul didactic și în cel IT dar și printr-o permanentă colaborare și consultare cu colegii altor universități din țară și străinătate cât și cu alți posibili angajatori din domeniul aferent programului. Astfel se insistă în formarea la studenți a unei gândiri structurate, a unui raționament organizat logico-deductiv, a capacității de analiză și sinteză, de imaginație, intuiție, de anticipare a unor rezultate. Teoria operatorilor liniari este o disciplină modernă care își găsește aplicabilitate în multe și foarte variate domenii științifice.

## 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cunoștințe teoretice și practice însușite (cantitatea, corectitudinea, acuratețea)</li> </ul>	Teste pe parcurs <sup>25</sup> :	$P_{1.1} = \_ \%$ $N_{1.1} \geq 5$	$P_1 = 60\%$ $N_1 \geq 5$	$P_1 = P_{1.1} +$ $P_{1.2} +$ $P_{1.3} +$ $P_{1.4}$
		Teme de casă:	$P_{1.2} = \_ \%$ $N_{1.2} \geq 5$		
		Alte activități <sup>26</sup> :	$P_{1.3} = \_ \%$ $N_{1.3} \geq 5$		
		Evaluare finală:	$P_{1.4} = 60\%$ $N_{1.4} \geq 5$		
11.4b Seminar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Frecvența/relevanța intervențiilor sau răspunsurilor</li> </ul>	Evidența intervențiilor, portofoliu de lucrări (referate, sinteze științifice)	$P_2 = 40\%$ $N_2 \geq 5$	nCPE	
11.4c Laborator	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cunoașterea aparaturii, a modului de utilizare a instrumentelor specifice; evaluarea unor instrumente sau realizări, prelucrarea și interpretarea unor rezultate</li> </ul>	<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>	$P_3 = \_ \%$ $N_3 \geq 5$		
11.4d Proiect	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calitatea proiectului realizat, corectitudinea documentației proiectului, justificarea soluțiilor alese</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Autoevaluarea, prezentarea și/sau susținerea proiectului</li> <li>Evaluarea critică a unui proiect</li> </ul>	$P_4 = \_ \%$ $N_4 \geq 5$		
11.5 Standard minim de performanță <sup>27</sup>			$N_T = 5$	$P_T = 100\%$	

$$N_T = 1 + 0,9 \times \sum_{n=1}^4 (P_n \times N_n) \geq 5$$

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 100\%$$

$$N_T = 1 + 0,9 \times [(P_{1,1} \times N_{1,1} + P_{1,2} \times N_{1,2} + P_{1,3} \times N_{1,3} + P_{1,4} \times N_{1,4}) + P_2 \times N_2 + P_3 \times N_3 + P_4 \times N_4]$$

Unde: 1 = punctul din oficiu (adăugat la calculul notei finale)


$P$  = Pondere ( $P_T$  = Pondera totală);

$N$  = Nota ( $N_T$  = Nota finală);

*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 | 5 | / | 0 | 9 | / | 2 | 0 | 2 | 3 |

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

	Grad didactic, titlul, prenume, numele	Semnătura
Titular disciplină	Prof.univ.dr. Laurian SUCIU	
Responsabil program de studii	Conf. univ. dr. Adrian Nicolae BRANGA	
Director Departament	Prof. univ. dr. Mugur Alexandru 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.