

## 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>	Master
1.6. Specializarea	Matematică Informatică Aplicată

### 2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	Optimizare neliniară		Cod	FSTI.MAI.MIA.M.SO. 2.1020.E-6.2	
2.2. Titular activități de curs	Conf. univ. dr. Adrian Nicolae BRANGA				
2.3. Titular activități practice	Conf. univ. dr. Adrian Nicolae BRANGA				
2.4. An de studiu <sup>2</sup>	1	2.5. Semestrul <sup>3</sup>	2	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
1	0	2	0	0	3
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>
14	0	28	0	0	42
<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					15
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					56
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>108</b>
<b>3.4. Total ore din Planul de învățământ (NOAD<sub>sem</sub>)</b>					<b>42</b>
<b>3.5. Total ore pe semestru<sup>12</sup> (NOAD<sub>sem</sub> + NOSI<sub>sem</sub>)</b>					<b>150</b>
<b>3.6. Nr ore / ECTS</b>					<b>25</b>
<b>3.7. Număr de credite<sup>13</sup></b>					<b>6</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>● Tehnici de optimizare</li> <li>● Analiză funcțională</li> <li>● Analiză numerică</li> </ul>
4.2. Competențe	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Dezvoltarea de concepte teoretice și metode practice privind modelarea unor fenomene și procese</li> <li>● Elaborarea de concepte teoretice și metode practice de aproximare și optimizare matematică</li> <li>● Aprofundarea unor concepte și teorii din matematica fundamentală</li> </ul>

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

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

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

		Număr de credite alocate disciplinei <sup>18</sup>	6	Repartizare credite pe competențe <sup>19</sup>
<b>6.1. Competențe profesionale</b>	CP1	Dezvoltarea de concepte teoretice și metode practice privind modelarea unor fenomene și procese prin utilizarea optimizării neliniare		1
	CP2			
	CP3			
	CP4	Elaborarea de concepte teoretice și metode practice de aproximare și optimizare matematică prin folosirea optimizării neliniare		1
	CP5	Aprofundarea unor concepte și teorii din matematica fundamentală, în domeniul optimizării neliniare		1
	CP6	Dezvoltarea de concepte și metode pentru elaborarea unor proiecte complexe de cercetare în domeniul optimizării neliniare		1
<b>6.2. Competențe transversale</b>	CT1	Aplicarea regulilor de muncă organizată și eficientă, a unor atitudini responsabile față de domeniul optimizării neliniare, pentru valorificarea creativă a propriului potențial, cu respectarea principiilor și a normelor de etică profesională		1
	CT2			
	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		1

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

7.1. Obiectivul general	Înșușirea principalelor concepte teoretice specifice optimizării neliniare și a metodelor practice de rezolvare numerică a problemelor din acest domeniu
7.2. Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Înțelegerea și utilizarea caracteristicilor fundamentale ale optimizării neliniare</li> <li>● Înșușirea cunoștințelor necesare pentru elaborarea algoritmilor specifici optimizării neliniare și implementarea acestora în diverse limbaje de programare</li> <li>● Aplicarea metodelor și procedurilor învățate la rezolvarea unor probleme complexe din economie, știință și inginerie</li> </ul>



## 8. Conținuturi

8.1. Curs <sup>20</sup>	Metode de predare <sup>21</sup>	Nr. ore
Curs 1. Modelul matematic general al problemelor de optimizare: - forma generală a problemelor de optimizare - soluții optime globale - soluții optime locale - clasificarea problemelor de optimizare în funcție de proprietățile funcției obiectiv și ale restricțiilor	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	1
Curs 2. Metode de optimizare unidimensională – partea I: - metoda secțiunii de aur - metoda căutării dihotomice	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	1
Curs 3. Metode de optimizare unidimensională – partea II: - metoda lui Fibonacci - metoda căutării liniare utilizând derivata funcției obiectiv	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	1
Curs 4. Optimizarea pe mulțimi deschise din spațiul $R^n$ – partea I: - condiții necesare de ordinul I - condiții necesare de ordinul II	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	1
Curs 5. Optimizarea pe mulțimi deschise din spațiul $R^n$ – partea II: - condiții suficiente de ordinul II	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	1
Curs 6. Algoritmi de optimizare fără restricții pe spațiul $R^n$ – partea I: - algoritmul de optimizare ciclică pe axele de coordonate - algoritmul lui Hooke și Jeeves - algoritmul lui Nedler și Mead	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	1
Curs 7. Algoritmi de optimizare fără restricții pe spațiul $R^n$ – partea II: - algoritmul general de gradient - algoritmul lui Cauchy - algoritmul lui Newton – Raphson	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	1
Curs 8. Evalaure de parcurs		1
Curs 9. Algoritmi de optimizare fără restricții pe spațiul $R^n$ – partea III: - algoritmul general de direcții conjugate - algoritmul lui Fletcher – Reeves - algoritmul lui Davidon – Fletcher – Powell	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	1
Curs 10. Algoritmi de optimizare convexă cu restricții pe spațiul $R^n$ – partea I: - descrierea generală a problemei - algoritmul lui Kelly	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	1
Curs 11. Algoritmi de optimizare convexă cu restricții pe spațiul $R^n$ – partea II: - algoritmul lui Kleibohm - algoritmul lui Zoutendijk	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	1
Curs 12. Algoritmi de optimizare convexă cu restricții pe spațiul $R^n$ – partea III: - algoritmul lui Wolfe - algoritmul centrelor lui Huard	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	1
Curs 13. Metoda funcțiilor de penalizare – partea I: - descrierea generală a metodei funcțiilor de penalizare - aplicarea metodei funcțiilor de penalizare la programarea liniară	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	1



Curs 14. Metoda funcțiilor de penalizare – partea II: - metoda funcțiilor de penalizare exterioară - metoda funcțiilor de penalizare interioară - metoda funcțiilor de penalizare combinată	Expunere, prelegere, prezentare la tablă, utilizare videoproiector, discuții cu studenții	1
<b>Total ore curs:</b>		<b>14</b>

## 8.2. Activități practice

8.2.b. Laborator		Metode de predare <sup>22</sup>	Nr. ore
Laborator 1	Modelul matematic general al problemelor de optimizare: - forma generală a problemelor de optimizare - soluții optime globale - soluții optime locale - clasificarea problemelor de optimizare în funcție de proprietățile funcției obiectiv și ale restricțiilor	Demonstrație practică, exercițiu, experiment	2
Laborator 2	Metode de optimizare unidimensională – partea I: - metoda secțiunii de aur - metoda căutării dihotomice	Demonstrație practică, exercițiu, experiment	2
Laborator 3	Metode de optimizare unidimensională – partea II: - metoda lui Fibonacci - metoda căutării liniare utilizând derivata funcției obiectiv	Demonstrație practică, exercițiu, experiment	2
Laborator 4	Optimizarea pe mulțimi deschise din spațiul $R^n$ – partea I: - condiții necesare de ordinul I - condiții necesare de ordinul II	Demonstrație practică, exercițiu, experiment	2
Laborator 5	Optimizarea pe mulțimi deschise din spațiul $R^n$ – partea II: - condiții suficiente de ordinul II	Demonstrație practică, exercițiu, experiment	2
Laborator 6	Algoritmi de optimizare fără restricții pe spațiul $R^n$ – partea I: - algoritmul de optimizare ciclică pe axele de coordonate - algoritmul lui Hooke și Jeeves - algoritmul lui Nedler și Mead	Demonstrație practică, exercițiu, experiment	2
Laborator 7	Algoritmi de optimizare fără restricții pe spațiul $R^n$ – partea II: - algoritmul general de gradient - algoritmul lui Cauchy - algoritmul lui Newton – Raphson	Demonstrație practică, exercițiu, experiment	2
Laborator 8	Evaluare de parcurs		2
Laborator 9	Algoritmi de optimizare fără restricții pe spațiul $R^n$ – partea III: - algoritmul general de direcții conjugate - algoritmul lui Fletcher – Reeves - algoritmul lui Davidon – Fletcher – Powell	Demonstrație practică, exercițiu, experiment	2
Laborator 10	Algoritmi de optimizare convexă cu restricții pe spațiul $R^n$ - partea I: - descrierea generală a problemei - algoritmul lui Kelly	Demonstrație practică, exercițiu, experiment	2
Laborator 11	Algoritmi de optimizare convexă cu restricții pe spațiul $R^n$ - partea II: - algoritmul lui Kleibohm - algoritmul lui Zoutendijk	Demonstrație practică, exercițiu, experiment	2



Laborator 12	Algoritmi de optimizare convexă cu restricții pe spațiul $R^n$ - partea III: - algoritmul lui Wolfe - algoritmul centrelor lui Huard	Demonstrație practică, exercițiu, experiment	2
Laborator 13	Metoda funcțiilor de penalizare – partea I: - descrierea generală a metodei funcțiilor de penalizare - aplicarea metodei funcțiilor de penalizare la programarea liniară	Demonstrație practică, exercițiu, experiment	2
Laborator 14	Metoda funcțiilor de penalizare – partea II: - metoda funcțiilor de penalizare exterioară - metoda funcțiilor de penalizare interioară - metoda funcțiilor de penalizare combinată	Demonstrație practică, exercițiu, experiment	2
<b>Total ore laborator</b>			<b>28</b>

## 9. Bibliografie

9.1. Referințe bibliografice recomandate	1. J. Nocedal, S. J. Wright, Numerical optimization, Springer Verlag, 1999
	2. M. Asghar Bhatti, Practical optimization methods, Springer Verlag, 2000
	3. I. Marusciac, Metode de rezolvare a problemelor de programare neliniară, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1973
	4. D. Laszlo, Tehnici de optimizare: Curs, Editura Universității Petru Maior, Târgu-Mureș, 1997
	5. A. N. Branga, Metode numerice, Editura Alma Mater, Sibiu, 2013
9.2. Referințe bibliografice suplimentare	6. M. Ancău, Optimizare numerică. Algoritmi și programe în C, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2005
	7. C. Ilioi, Probleme de optimizare și algoritmi de aproximare a soluțiilor, Editura Academiei, București, 1980
	8. K. Gyorgy, Tehnici de optimizare: Lucrări de laborator, Editura Universității Petru Maior, Târgu-Mureș, 2005
	9. N. Bebea, Metode numerice de rezolvare a problemelor de optimizare, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1978

## 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> :	$P_{1.1}=10\%$ $N_{1.1} \geq 5$	$P_1=70\%$ $N_1 \geq 5$	$P_1 = P_{1.1} + P_{1.2} + P_{1.3} + P_{1.4}$
		Teme de casă:	$P_{1.2}=10\%$ $N_{1.2} \geq 5$		
		Alte activități <sup>26</sup> :	$P_{1.3}=0\%$ $N_{1.3} \geq 5$		
		Evaluare finală:	$P_{1.4}=50\%$ $N_{1.4} \geq 5$		
					CEF



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)	$P_2=0\%$ $N_2 \geq 5$	N/A
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>	$P_3=30\%$ $N_3 \geq 5$	CPE
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>	$P_4=0\%$ $N_4 \geq 5$	N/A
11.5 Standard minim de performanță <sup>27</sup> : Cunoașterea elementelor fundamentale de teorie și practică, rezolvarea unor probleme și aplicații de complexitate medie			$N_T=5$	$P_T=100\%$
$N_T = 1 + 0,9 \times \sum_{n=1}^4 (P_n \times N_n) \geq 5$ $P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 100\%$ $N_T = 1 + 0,9 \times [(P_{1.1} \times N_{1.1} + P_{1.2} \times N_{1.2} + P_{1.3} \times N_{1.3} + P_{1.4} \times N_{1.4}) + P_2 \times N_2 + P_3 \times N_3 + P_4 \times N_4]$ <p>Unde: <b>1</b> = punctul din oficiu (adăugat la calculul notei finale)</p> <p><b>P</b> = Pondere (<math>P_T</math> = Pondera totală);</p> <p><b>N</b> = Nota (<math>N_T</math> = Nota finală);</p>				

**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\_|\_0\_| / |\_0\_|\_9\_| / |\_2\_|\_0\_|\_2\_|\_3\_|

Data avizării în Departament: |\_2\_|\_8\_| / |\_0\_|\_9\_| / |\_2\_|\_0\_|\_2\_|\_3\_|

	Grad didactic, titlul, prenume, numele	Semnătura
<b>Titular disciplină</b>	Conf. univ. dr. Adrian Nicolae BRANGA	
<b>Responsabil program de studii</b>	Conf. univ. dr. Adrian Nicolae BRANGA	
<b>Director Departament</b>	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> Liniile 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> Demonstrație practică, exercițiu, experiment

<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.