

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Facultatea de Matematica și Informatică
1.3 Departamentul	Departamentul de matematică
1.4 Domeniul de studii	Matematică
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Programul de studiu / Calificarea	Matematică

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)		Analiză convexă Convex Analysis					
2.2 Titularul activităților de curs		Trif Tiberiu-Vasile					
2.3 Titularul activităților de seminar		Trif Tiberiu-Vasile					
2.4 Anul de studiu	2	2.5 Semestrul	3	2.6. Tipul de evaluare	VP	2.7 Regimul disciplinei	optional
2.8 Codul disciplinei	MLR0072						

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	Din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	56	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					20
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					9
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					15
Tutoriat					10
Examinări					15
Alte activități: .....					
3.7 Total ore studiu individual			69		
3.8 Total ore pe semestru			125		
3.9 Numărul de credite			5		

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

4.1 de curriculum	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza matematică 1 (Analiza pe <math>\mathbb{R}</math>)</li> <li>Analiza matematică 2 (Calcul diferențial în <math>\mathbb{R}^n</math>)</li> </ul>
4.2 de competențe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gândire matematică, modelare, problematizare</li> </ul>

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

5.1 De desfășurare a cursului	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sala de curs cu infrastructura adecvată</li> </ul>
5.2 De desfășurare a seminarului/laboratorului	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sala de seminar cu infrastructura adecvată</li> </ul>

## 6. Competențele specifice acumulate

<b>Competențe profesionale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C1.4 Recunoașterea principalelor clase/tipuri de probleme matematice și selectarea metodelor și a tehnicilor adecvate pentru rezolvarea lor</li> <li>• C2.1 Identificarea noțiunilor de bază utilizate în descrierea unor fenomene și procese</li> </ul>
<b>Competențe transversale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CT1 Aplicarea regulilor de muncă riguroasă și eficientă, manifestarea unor atitudini responsabile față de domeniul științific și didactic, pentru valorificarea optimă și creativă a propriului potențial în situații specifice, cu respectarea principiilor și a normelor de etică profesională</li> </ul>

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prezentarea unor noțiuni și rezultate de bază referitoare la funcțiile convexe</li> <li>• Prezentarea unor noțiuni și rezultate introductive din analiza convexă</li> </ul>
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prezentarea diverselor teoreme de caracterizare a funcțiilor convexe, pe baza cărora studentul va fi capabil să demonstreze că o funcție dată este convexă sau nu</li> <li>• Prezentarea proprietăților specifice fundamentale ale funcțiilor convexe</li> <li>• Aplicarea inegalităților specifice funcțiilor convexe la demonstrarea unor inegalități concrete</li> <li>• Rezolvarea unor probleme concrete de optimizare convexă</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
<b>1.</b> Funcții convexe de o variabilă reală: definiția modernă a convexității, caracterizări ale funcțiilor convexe reale de o variabilă reală și proprietăți de regularitate ale acestora (derivabilitate laterală, continuitate, lipschitzianitate).	Expunere, conversație, demonstrație didactică, problematizare	[4], pp. 93 – 102 [9], pp. 3 – 7
<b>2.</b> Funcții convexe de o variabilă reală: caracterizarea acestora folosind existența dreptei suport, inegalitatea Hermite-Hadamard, caracterizări ale convexității folosind derivatele laterale de ordinul întâi și derivata a doua, legătura cu funcțiile armonice.	Expunere, conversație, demonstrație didactică, problematizare	[4], pp. 102 – 103 pp. 107 – 108 pp. 136 – 139 [9], pp. 11 – 12
<b>3.</b> Medii și inegalități între ele: medii cvasiaritmice ponderate și compararea acestora, mediile Hölder ponderate și compararea lor, inegalități de tip Rado-Popoviciu.	Expunere, conversație, demonstrație didactică, problematizare	[4], pp. 115 – 122
<b>4.</b> Extinderi ale noțiunii de funcție convexă: funcții Jensen-convexe, funcții logaritmice-convexe și funcții multiplicativ-convexe.	Expunere, conversație, demonstrație didactică, problematizare	[4], pp. 124 – 132 [9], pp. 218 – 223
<b>5.</b> Funcții convexe pe spații vectoriale: definiție, caracterizări, exemple (funcții afine, funcții subliniare, funcții indicatoare, forme pătratice, funcții suport).	Expunere, conversație, demonstrație didactică, problematizare	[4], pp. 72 – 79
<b>6+7.</b> Continuitatea funcțiilor convexe pe spații normate: funcții semicontinue, caracterizarea semicontinuității cu ajutorul șirurilor, limitele inferioară și superioară ale unei funcții într-un punct și legătura lor cu semicontinuitatea, legătura dintre continuitate, lipschitzianitate și mărginirea	Expunere, conversație, demonstrație didactică, problematizare	[4], pp. 24 – 29 pp. 147 – 153 [7], pp. 119 – 123 [9], pp. 91 – 94

locală în cazul funcțiilor convexe definite pe spații normate, continuitatea funcțiilor convexe pe spații normate finit dimensionale, legătura dintre continuitate și semicontinuitatea inferioară în cazul funcțiilor convexe definite pe spații Banach.		
<b>8.</b> Derivabilitatea după direcții și subdiferențiabilitatea algebrică a funcțiilor convexe definite pe spații vectoriale: derivate laterale după o direcție și proprietăți ale acestora, subgradienți algebrici și caracterizarea lor, subdiferențiabilitatea algebrică a funcțiilor convexe.	Expunere, conversație, demonstrație didactică problematizare	[4], pp. 154 – 159
<b>9.</b> Subdiferențiabilitatea funcțiilor convexe pe spații normate: definiția subgradienților și a subdiferențialei, legătura subdiferențialei cu semicontinuitatea funcției și cu subdiferențiala algebrică, interiorul relativ, subdiferențiabilitatea funcțiilor convexe în punctele relativ interioare domeniului efectiv.	Expunere, conversație, demonstrație didactică problematizare	[4], pp. 159 – 163
<b>10.</b> Funcții convexe diferențiabile de mai multe variabile reale: legătura dintre diferențiabilitate și derivabilitatea laterală, legătura dintre gradient și subdiferențială, caracterizări ale funcțiilor convexe diferențiabile și respectiv de două ori diferențiabile.	Expunere, conversație, demonstrație didactică problematizare	[4], pp. 163 – 174 [7], pp. 135 – 145 [9], pp. 97 – 103
<b>11.</b> Probleme de optimizare convexă: formularea problemelor de optimizare convexă, puncte admisibile, soluții optime, funcția lui Lagrange, condiții necesare și condiții suficiente de optim.	Expunere, conversație, demonstrație didactică problematizare	[1], pp. 43 – 45 [4], pp. 193 – 197 [7], pp. 145 – 152 [9], pp. 171 – 176
<b>12+13.</b> Conjugata și biconjugata Fenchel pentru o funcție de mai multe variabile reale: definiția conjugatei Fenchel, inegalitatea lui Fenchel-Young, teorema de dualitate a lui Fenchel, definiția biconjugatei Fenchel, funcții convexe închise și caracterizări ale acestora, egalitatea unei funcții convexe închise cu biconjugata sa, determinarea conjugatelor și biconjugatelor unor funcții concrete.	Expunere, conversație, demonstrație didactică problematizare	[1], pp. 49 – 63 pp. 76 – 87 [4], pp. 198 – 208
<b>14.</b> Verificarea problemelor lăsate temă, discutarea lucrărilor de control, stabilirea notelor finale.	Conversație	
<b>Bibliografie</b> 1. BORWEIN J. M., LEWIS A. S.: Convex Analysis and Nonlinear Optimization. Theory and Examples. CMS Books in Mathematics, Springer-Verlag, 2000. 2. BRECKNER B. E., POPOVICI N.: Convexity and Optimization. An Introduction. Editura Fundației pentru Studii Europene, Cluj-Napoca, 2006. 3. BRECKNER W. W.: Introducere în teoria problemelor de optimizare convexă cu restricții. Editura Dacia, Cluj, 1974. 4. BRECKNER W. W., TRIF T.: Convex Functions and Related Functional Equations. Selected Topics. Cluj University Press, Cluj-Napoca, 2008. 5. HIRIART-URRUTY J. B., LEMARECHAL C.: Convex Analysis and Minimization Algorithms. Springer-Verlag, 1993. 6. KUCZMA M.: An Introduction to the Theory of Functional Equations and Inequalities. Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa-Krakow-Katowice, 1985. 7. NICULESCU C. P., PERSSON L.-E.: Convex Functions and Their Applications. A Contemporary Approach. Springer-Verlag, New York, 2006. 8. PRECUPANU T.: Spații liniare topologice și elemente de analiză convexă. Editura Academiei Române, București, 1992. 9. ROBERTS A. W., VARBERG D. E.: Convex Functions. Academic Press, 1973.		

10. ROCKAFELLAR R. T.: Convex Analysis. Princeton University Press, 1970.		
8.2 Seminar / laborator	Metode de predare	Observații
<b>1+2.</b> Studiul convexității unor funcții concrete, aplicații ale inegalității lui Jensen la stabilirea unor inegalități, inegalitatea dintre media geometrică și cea aritmetică dedusă ca și consecință a convexității.	Conversație, problematizare	[2], pp. 104 – 107 [4], pp. 189 – 191
<b>3+4.</b> Aplicații ale inegalității Hermite-Hadamard (inegalitățile dintre mediile geometrică, logaritmică și aritmetică, formula lui Stirling), caracterizarea convexității cu ajutorul inegalității Hermite-Hadamard.	Conversație, problematizare	[2], pp. 137 – 139 [3], pp. 73 – 74
<b>5+6.</b> Inegalități de tip Ky Fan, teorema de majorare a lui Hardy-Littlewood-Pólya și aplicații ale acestora (inegalitățile lui Popoviciu și Petrović).	Conversație, problematizare	[2], pp. 121 – 122 pp. 109 – 115
<b>7+8.</b> Convexitatea logaritmică a funcției gamma, teorema lui Bohr-Mollerup, convexitatea multiplicativă a funcției gamma.	Conversație, problematizare	[2], pp. 126 – 129 [3], pp. 68 – 71
<b>9+10.</b> Funcții Jensen-convexe vs. funcții convexe pe spații normate, teoreme de tip Bernstein-Doetsch.	Conversație, problematizare	[4], pp. 211 – 216
<b>11+12.</b> Determinarea subdiferențialelor unor funcții concrete pe spații normate, studiul convexității unor funcții concrete de mai multe variabile reale.	Conversație, problematizare	[2], pp. 172 – 176
<b>13+14.</b> Rezolvarea unor probleme concrete de optimizare convexă.	Conversație, problematizare	[1], pp. 43 – 45 [2], p. 197
Bibliografie		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. BORWEIN J. M., LEWIS A. S.: Convex Analysis and Nonlinear Optimization. Theory and Examples. CMS Books in Mathematics, Springer-Verlag, 2000.</li> <li>2. BRECKNER W. W., TRIF T.: Convex Functions and Related Functional Equations. Selected Topics. Cluj University Press, Cluj-Napoca, 2008.</li> <li>3. NICULESCU C. P., PERSSON L.-E.: Convex Functions and Their Applications. A Contemporary Approach. Springer-Verlag, New York, 2006.</li> <li>4. ROBERTS A. W., VARBERG D. E.: Convex Functions. Academic Press, 1973.</li> </ol>		

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

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metoda funcțiilor convexe este un instrument deosebit de important, care îl va ajuta pe viitorul profesor de matematică în demonstrarea unor inegalități concrete</li> <li>• Cunostintele de optimizare convexă îi vor fi de folos viitorului absolvent care va lucra într-o companie de software</li> </ul>
---

### 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	- cunoașterea notiunilor și a rezultatelor de bază - aplicarea rezultatelor teoretice de bază la rezolvarea unor probleme concrete	Trei lucrări de control pe parcursul semestrului	75%
10.5 Seminar/laborator	- rezolvarea unor probleme concrete cu ajutorul rezultatelor teoretice de la curs	Rezolvarea unor probleme pe parcursul semestrului	25%
10.6 Standard minim de performanță			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participarea activă la cursuri și seminarii</li> </ul>			

Data completării

28 aprilie 2022

Semnătura titularului de curs

.....

Semnătura titularului de seminar

.....

Data avizării în departament

.....

Semnătura directorului de departament

.....