

## FIȘA DISCIPLINEI

## Modelare matematică și teoria grafurilor (*Mathematical Modeling and Graph Theory*)

Anul universitar 2020-2021

**1. Date despre program**

1.1	Instituția de învățământ superior	Universitatea din Pitești
1.2	Facultatea	Științe, Educație Fizică și Informatică
1.3	Departamentul	Matematică-Informatică
1.4	Domeniul de studii	Informatică
1.5	Ciclul de studii	Master universitar
1.6	Programul de studii / Calificarea	Tehnici avansate pentru prelucrarea informației / Tehnici avansate pentru prelucrarea informației

**2. Date despre disciplină**

2.1	Denumirea disciplinei		<b>Modelare matematică și teoria grafurilor</b>								
2.2	Titularul activităților de curs		Conf. univ. dr. Bălcău Costel								
2.3	Titularul activităților de laborator		Conf. univ. dr. Bălcău Costel								
2.4	Anul de studii	1	2.5	Semestrul	1	2.6	Tipul de evaluare	Examen	2.7	Regimul disciplinei	O

**3. Timpul total estimat**

3.1	Număr de ore pe săptămână	4	3.2	din care curs	2	3.3	laborator	2
3.4	Total ore din planul de inv.	56	3.5	din care curs	28	3.6	laborator	28
Distribuția fondului de timp								ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe								56
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren								38
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii, eseuri								40
Tutoriat								6
Examinări								4
Alte activități .....								-
3.7	Total ore studiu individual			144				
3.8	<b>Total ore pe semestru</b>			<b>200</b>				
3.9	<b>Număr de credite</b>			<b>8</b>				

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

4.1	De curriculum	
4.2	De competențe	Capacitate de analiză și sinteză, abilități de programare

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

5.1	De desfășurare a cursului	Sală dotată cu videoproiector
5.2	De desfășurare a seminarului/laboratorului	Laborator de informatică

**6. Competențe specifice acumulate**

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operarea cu concepte și metode științifice în domeniul procesării informației în sistemele informatice;</li> <li>Dezvoltarea de concepte teoretice și de metode practice vizând procesul de dezvoltare și întreținere a aplicațiilor informatice;</li> <li>Procesarea avansată a informației;</li> <li>Realizarea de proiecte informatice în context interdisciplinar;</li> <li>Conceperea, proiectarea și implementarea sistemelor informatice;</li> <li>Managementul sistemelor informatice.</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>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;</li> <li>Desfășurarea eficientă a activităților organizate într-o echipă interdisciplinară prin asumarea unor funcții de execuție și conducere, cu dezvoltarea capacităților empatică de comunicare inter-personală, de relaționare și colaborare cu grupuri diverse;</li> <li>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.</li> </ul>

**7. Obiectivele disciplinei**

7.1	Obiectivul general al disciplinei	Disciplina are ca obiectiv general însușirea de către studenți a cunoștințelor de bază, metodelor și tehnicilor privind modelarea matematică, în special cea specifică teoriei grafurilor, a modalităților de implementare și de aplicare adecvată la situații concrete a
-----	-----------------------------------	---

	acestor modele.
7.2 Obiectivele specifice	<p><b>Obiective cognitive:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cunoașterea modelelor matematice studiate.</li> <li>• Însușirea unor noțiuni și a unor algoritmi avansați din teoria grafurilor.</li> </ul> <p><b>Obiective procedurale:</b> la finalul cursului studentul trebuie să fie capabil să:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• utilizeze probleme de testare a modelelor matematice studiate.</li> <li>• rezolve algoritmic probleme din informatică modelate prin grafuri.</li> <li>• utilizeze și implementeze algoritmi specifici din teoria grafurilor.</li> <li>• evidențieze aplicabilitatea în alte domenii și în probleme cu caracter practic a conceptelor și metodelor studiate.</li> <li>• investigheze probleme din diverse perspective, realizeze transferuri de cunoștințe și abilități dintr-un domeniu în altul.</li> </ul> <p><b>Obiective atitudinale:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rigurozitate în modelarea problemelor, în proiectarea algoritmilor și în programare.</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1. Curs		Nr. ore	Metode de predare	Observații Resurse folosite
1	<b>Basic concepts of graph theory and linear programming:</b> examples, algorithms and tests.	4	Explicația	Calculator Videoproietor
2	<b>Mathematical modeling through graphs:</b> examples.	2		
3	<b>Steiner trees:</b> properties, NP-completeness, algorithms and applications.	4	Descrierea și exemplificarea	
4	<b>Minimum weight spanning arborescences:</b> algorithms and applications.	2	Demonstrația	
5	<b>Numerical invariants of graphs:</b> the independence number, the matching number, the transversal number, the edge covering number and the clique number: properties, NP-completeness, algorithms and applications.	4	Problematizarea	
6	<b>Maximum matchings:</b> mathematical models, the Berge-Norman-Rabin theorem, the Edmonds algorithm, perfect matchings and applications.	4	Conversația euristică	
7	<b>Maximum network flows:</b> mathematical models, computing the invariants for bipartite graphs, algorithms and applications.	4	Exercițiul	
8	<b>Other models of mathematical programming:</b> quadratic models, convex models, entropic models, examples, algorithms and tests.	4		
<p><b>Bibliografie</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. A.V. Aho, J.E. Hopcroft, J.D. Ullman, Data Structures and Algorithms, Addison-Wesley, Massachusetts, 2009.</li> <li>2. Gh. Barbu, V. Păun, Programarea în limbajul C/C++, Ed. Matrix Rom, București, 2011.</li> <li>3. C. Bălcău, Combinatorică și teoria grafurilor, Ed. Univ. din Pitești, Pitești, 2007.</li> <li>4. C. Bălcău, Mathematical Modeling and Graph Theory – note de curs (suport electronic).</li> <li>5. O. Băscă, L. Livovschi, Algoritmi euristici, Ed. Univ. din București, București, 2003.</li> <li>6. E. Ciurea, L. Ciupală, Algoritmi. Introducere în algoritmica fluxurilor în rețele, Ed. Matrix Rom, București, 2006.</li> <li>7. T.H. Cormen, Algorithms Unlocked, MIT Press, Cambridge, 2013.</li> <li>8. T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, C. Stein, Introduction to Algorithms, MIT Press, Cambridge, 2009.</li> <li>9. C. Croitoru, Tehnici de bază în optimizarea combinatorie, Ed. Univ. Al. I. Cuza, Iași, 1992.</li> <li>10. N. Dale, C. Weems, Programming and problem solving with JAVA, Jones &amp; Bartlett Publishers, Sudbury, 2008.</li> <li>11. D. Du, X. Hu, Steiner Tree Problems in Computer Communication Networks, World Scientific, 2008.</li> <li>12. S. Even, Graph Algorithms, Cambridge University Press, 2012.</li> <li>13. D. Fanache, Teoria algoritmică a grafurilor, Editura Paralela 45, Pitești, 2016.</li> <li>14. S.C. Fang, J.R. Rajasekera, H.S.J. Tsao, Entropy Optimization and Mathematical Programming, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1997.</li> <li>15. F. Gebali, Algorithms and parallel computing, John Wiley &amp; Sons, New Jersey, 2011.</li> <li>16. H. Georgescu, Tehnici de programare, Ed. Univ. din București, București, 2005.</li> <li>17. S. Guiașu, Probabilistic Models in Operations Research, Nova Science Publishers, 2009.</li> <li>18. F.V. Jensen, T.D. Nielsen, Bayesian Networks and Decision Graphs, Springer, 2007.</li> <li>19. D. Jungnickel, Graphs, Networks and Algorithms, Springer, 2013.</li> <li>20. M. Keller, W. Trotter, Applied Combinatorics, Open Textbook Library, 2017.</li> <li>21. D.E. Knuth, The Art Of Computer Programming. Vol. 4A: Combinatorial Algorithms, Addison-Wesley, Massachusetts, 2011.</li> <li>22. B. Korte, J. Vygen, Combinatorial Optimization. Theory and Algorithms, Springer, 2012.</li> <li>23. A. Levitin, Introduction to The Design and Analysis of Algorithms, Pearson, Boston, 2012.</li> <li>24. L. Livovschi, H. Georgescu, Sinteza și analiza algoritmilor, Ed. Științifică și Enciclopedică, București, 1986.</li> <li>25. N. Matloff, Parallel computing for data science with examples in R, C++ and CUDA, CRC Press, London, 2015.</li> <li>26. S. Miller, Mathematics of Optimization: How to do Things Faster, AMS, Providence, 2017.</li> <li>27. C. Niculescu, Metode de optimizare pătratică, Ed. Univ. București, București, 2006.</li> <li>28. D.R. Popescu, Combinatorică și teoria grafurilor, Soc. de Șt. Matem. din România, București, 2005.</li> <li>29. D.R. Popescu, R. Marinescu-Ghemeci, Combinatorică și teoria grafurilor prin exerciții și probleme, Ed. Matrix Rom, București, 2014.</li> </ol>				

<p>30. V. Preda, C. Bălcău, Entropy optimization with applications, Editura Academiei Române, București, 2010.</p> <p>31. S.S. Ray, Graph Theory with Algorithms and its Applications, Springer, New Delhi, 2013.</p> <p>32. R. Sedgewick, K. Wayne. Algorithms, Addison Wesley, Massachusetts, 2011.</p> <p>33. R. Stephens, Essential Algorithms: A Practical Approach to Computer Algorithms, Wiley, Indianapolis, 2013.</p> <p>34. T. Toadere, Grafe. Teorie, algoritmi și aplicații, Ed. Albastră, Cluj-Napoca, 2002.</p> <p>35. I. Tomescu, Combinatorică și teoria grafurilor, Tipografia Univ. din București, București, 1978.</p> <p>36. I. Tomescu, Data structures, Ed. Univ. București, București, 1997 (2004).</p> <p>37. I. Tomescu, Probleme de combinatorică și teoria grafurilor, Ed. Did. și Ped., București, 1981.</p> <p>38. ***, Handbook of combinatorics, edited by R.L. Graham, M. Grotscchel and L. Lovasz, Elsevier, Amsterdam, 1995.</p> <p>39. ***, Handbook of discrete and combinatorial mathematics, edited by K.H. Rosen, J.G. Michaels, J.L. Gross, J.W. Grossman and D.R. Shier, CRC Press, Boca Raton, 2000.</p>				
8.2. Aplicații – Laborator		Nr. ore	Metode de predare	Observații Resurse folosite
1	<b>Basic concepts of graph theory and linear programming:</b> examples, algorithms and tests.	4	Explicația	Calculator Videoproiector
2	<b>Mathematical modeling through graphs:</b> examples.	2	Descrierea și exemplificarea	
3	<b>Steiner trees:</b> properties, NP-completeness, algorithms and applications.	4		
4	<b>Minimum weight spanning arborescences:</b> algorithms and applications.	2	Studiul de caz	
5	<b>Numerical invariants of graphs:</b> the independence number, the matching number, the transversal number, the edge covering number and the clique number: properties, NP-completeness, algorithms and applications.	4	Exercițiul	
6	<b>Maximum matchings:</b> mathematical models, the Berge-Norman-Rabin theorem, the Edmonds algorithm, perfect matchings and applications.	4	Problematizarea	
7	<b>Maximum network flows:</b> mathematical models, computing the invariants for bipartite graphs, algorithms and applications.	4	Teme individuale	
8	<b>Other models of mathematical programming:</b> quadratic models, convex models, entropic models, examples, algorithms and tests.	4	Lucrul în grup	
8		4	Dezbaterea	
Bibliografie				
<p>1. A.V. Aho, J.E. Hopcroft, J.D. Ullman, Data Structures and Algorithms, Addison-Wesley, Massachusetts, 2009.</p> <p>2. Gh. Barbu, V. Păun, Programarea în limbajul C/C++, Ed. Matrix Rom, București, 2011.</p> <p>3. C. Bălcău, Combinatorică și teoria grafurilor, Ed. Univ. din Pitești, Pitești, 2007.</p> <p>4. C. Bălcău, Mathematical Modeling and Graph Theory – note de curs (suport electronic).</p> <p>5. O. Bâscă, L. Livovschi, Algoritmi euristici, Ed. Univ. din București, București, 2003.</p> <p>6. E. Ciurea, L. Ciupală, Algoritmi. Introducere în algoritmica fluxurilor în rețele, Ed. Matrix Rom, București, 2006.</p> <p>7. T.H. Cormen, Algorithms Unlocked, MIT Press, Cambridge, 2013.</p> <p>8. T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, C. Stein, Introduction to Algorithms, MIT Press, Cambridge, 2009.</p> <p>9. C. Croitoru, Tehnici de bază în optimizarea combinatorie, Ed. Univ. Al. I. Cuza, Iași, 1992.</p> <p>10. N. Dale, C. Weems, Programming and problem solving with JAVA, Jones &amp; Bartlett Publishers, Sudbury, 2008.</p> <p>11. D. Du, X. Hu, Steiner Tree Problems in Computer Communication Networks, World Scientific, 2008.</p> <p>12. S. Even, Graph Algorithms, Cambridge University Press, 2012.</p> <p>13. D. Fanache, Teoria algoritmică a grafurilor, Editura Paralela 45, Pitești, 2016.</p> <p>14. S.C. Fang, J.R. Rajasekera, H.S.J. Tsao, Entropy Optimization and Mathematical Programming, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1997.</p> <p>15. F. Gebali, Algorithms and parallel computing, John Wiley &amp; Sons, New Jersey, 2011.</p> <p>16. H. Georgescu, Tehnici de programare, Ed. Univ. din București, București, 2005.</p> <p>17. S. Guiașu, Probabilistic Models in Operations Research, Nova Science Publishers, 2009.</p> <p>18. F.V. Jensen, T.D. Nielsen, Bayesian Networks and Decision Graphs, Springer, 2007.</p> <p>19. D. Jungnickel, Graphs, Networks and Algorithms, Springer, 2013.</p> <p>20. M. Keller, W. Trotter, Applied Combinatorics, Open Textbook Library, 2017.</p> <p>21. D.E. Knuth, The Art Of Computer Programming. Vol. 4A: Combinatorial Algorithms, Addison-Wesley, Massachusetts, 2011.</p> <p>22. B. Korte, J. Vygen, Combinatorial Optimization. Theory and Algorithms, Springer, 2012.</p> <p>23. A. Levitin, Introduction to The Design and Analysis of Algorithms, Pearson, Boston, 2012.</p> <p>24. L. Livovschi, H. Georgescu, Sinteza și analiza algoritmilor, Ed. Științifică și Enciclopedică, București, 1986.</p> <p>25. N. Matloff, Parallel computing for data science with examples in R, C++ and CUDA, CRC Press, London, 2015.</p> <p>26. S. Miller, Mathematics of Optimization: How to do Things Faster, AMS, Providence, 2017.</p> <p>27. C. Niculescu, Metode de optimizare pătratică, Ed. Univ. București, București, 2006.</p> <p>28. D.R. Popescu, Combinatorică și teoria grafurilor, Soc. de Șt. Matem. din România, București, 2005.</p> <p>29. D.R. Popescu, R. Marinescu-Ghemeci, Combinatorică și teoria grafurilor prin exerciții și probleme, Ed. Matrix Rom, București, 2014.</p> <p>30. V. Preda, C. Bălcău, Entropy optimization with applications, Editura Academiei Române, București, 2010.</p> <p>31. S.S. Ray, Graph Theory with Algorithms and its Applications, Springer, New Delhi, 2013.</p> <p>32. R. Sedgewick, K. Wayne. Algorithms, Addison Wesley, Massachusetts, 2011.</p> <p>33. R. Stephens, Essential Algorithms: A Practical Approach to Computer Algorithms, Wiley, Indianapolis, 2013.</p> <p>34. T. Toadere, Grafe. Teorie, algoritmi și aplicații, Ed. Albastră, Cluj-Napoca, 2002.</p>				

35. I. Tomescu, Combinatorică și teoria grafurilor, Tipografia Univ. din București, București, 1978.  
 36. I. Tomescu, Data structures, Ed. Univ. București, București, 1997 (2004).  
 37. I. Tomescu, Probleme de combinatorică și teoria grafurilor, Ed. Did. și Ped., București, 1981.  
 38. \*\*\*, Handbook of combinatorics, edited by R.L. Graham, M. Grotschel and L. Lovasz, Elsevier, Amsterdam, 1995.  
 39. \*\*\*, Handbook of discrete and combinatorial mathematics, edited by K.H. Rosen, J.G. Michaels, J.L. Gross, J.W. Grossman and D.R. Shier, CRC Press, Boca Raton, 2000.

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

Competențele dobândite în cadrul disciplinei permit absolvenților să utilizeze eficient modelele matematice și tehnicile specifice teoriei grafurilor în rezolvarea cerințelor aferente practicii și cercetării în domeniul informaticii. Conținuturile sunt corelate cu cele ale disciplinelor similare din universități de prestigiu din țară și din străinătate (precum MIT) și ajustate în urma discuțiilor cu reprezentanți ai angajatorilor locali din domeniul IT (precum RoWeb, Lisa, Prodinf, Kepler, Osf, Endava).

**10. Evaluare**

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Evaluare finală	Probă scrisă (teorie, algoritmi și probleme)	50%
10.5 Laborator	Activitate (rezolvarea problemelor propuse) Tema de casă	Verificare soluții, probă practică Verificare temă	30% 20%
10.6 Standard minim de performanță	* Note de minim 5 la activitatea de laborator, la tema de casă și la evaluarea finală (rezolvarea în proporție de 50% a cerințelor); nota finală minim 5. * Set de cunoștințe minimale pentru promovarea examenului final: - Cunoașterea principalilor algoritmi de prelucrare a grafurilor; - Cunoașterea unor modalități de aplicare adecvată și de implementare eficientă a acestor algoritmi în rezolvarea problemelor propuse.		

Data completării  
20.09.2020

Titular de curs,  
Conf. univ. dr. Costel BĂLCĂU

Titular de laborator,  
Conf. univ. dr. Costel BĂLCĂU

Data avizării în Departament  
23.09.2020

Director Departament (prestator)  
Conf.univ.dr. Doru CONSTANTIN

Director Departament (beneficiar)  
Conf.univ.dr. Doru CONSTANTIN