

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

|                     |                                                              |
|---------------------|--------------------------------------------------------------|
| Facultatea          | Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor |
| Departamentul       | Calculatoare                                                 |
| Domeniul de studii  | Calculatoare și tehnologia informației                       |
| Ciclul de studii    | Masterat                                                     |
| Programul de studii | Știința și Ingineria Calculatoarelor                         |

### 2. Date despre disciplină

|                       |                                                                                                     |           |   |                   |        |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---|-------------------|--------|
| Denumirea disciplinei | <b>ALGORITMI AVANSAȚI, PROBABILISTICI ȘI TEHNICI METAEURISTICE</b>                                  |           |   |                   |        |
| Anul de studiu        | 1                                                                                                   | Semestrul | 1 | Tipul de evaluare | Examen |
| Regimul disciplinei   | Categorica formativă a disciplinei<br>DF - fundamentală, DS - de specializare, DC – complementară   |           |   |                   | DF     |
|                       | Categorica de opționalitate a disciplinei:<br>DOB – obligatorie, DOP – opțională, DFA - facultativă |           |   |                   | DOB    |

### 3. Timpul total estimat (ore alocate activităților didactice)

|                                                            |    |      |    |         |   |                            |           |    |         |   |
|------------------------------------------------------------|----|------|----|---------|---|----------------------------|-----------|----|---------|---|
| I a) Număr de ore, pe săptămână                            | 3  | Curs | 2  | Seminar | - | Laborator/lucrări practice | Laborator | 1  | Proiect | - |
| I b) Totalul de ore (pe semestru) din planul de învățământ | 42 | Curs | 28 | Seminar | - | Laborator/lucrări practice | Laborator | 14 | Proiect | - |

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| II. Distribuția fondului de timp pe semestru                              | ore |
| II.a) Studiu individual                                                   | 80  |
| II.b) Tutoriat (pentru ID)                                                | 0   |
| III. Examinări                                                            | 3   |
| IV. Alte activități (precizați): Consolidarea cunoștințelor de programare | 0   |

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| Total ore studiu individual II (a+b+c+d) | 83  |
| Total ore pe semestru (Ib+II+III+IV)     | 125 |
| Numărul de credite                       | 5   |

### 4. Competențe specifice acumulate

|                                    |                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competențe profesionale / generale | CP1. Efectuează cercetare științifică<br>CP2. Analizează grupuri masive de date<br>CP5. Asigură managementul de proiect<br>CP8. Dezvoltă aplicații de procesare de date |
| Competențe transversale            | CT1. Lucrează în echipe                                                                                                                                                 |

### 5. Rezultatele învățării

| Cunoștințe                                                                                                                                                                                                              | Aptitudini                                                                                                                                                                                                                                                                    | Responsabilitate și autonomie                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Studentul/absolventul va fi capabil să analizeze cadrul metodologic al cercetării inginerești și aplicarea sa în dezvoltarea de soluții inovatoare privind algoritmi avansați, probabilistici și tehnici metaeuristice. | Studentul/absolventul utilizează în rezolvarea problemelor de cercetare teorii, modele și instrumente specifice privind algoritmi avansați (probabilistici, metaeuristici) și poate redacta documentația tehnică cu respectarea aspectelor de etică și cercetare documentată. | Studentul/absolventul va demonstra capacitatea de a-și asuma responsabilitatea pentru a contribui la revizuirea performanței strategice a echipelor în abordarea multi-disciplinară a proiectelor. |

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

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Obiectivul general al disciplinei | Familiarizarea cu algoritmi avansați reprezentând abordări metaeuristice și probabilistice necesare pentru dezvoltarea de aplicații software moderne de procesare de date, inclusiv explorarea eficientă a spațiilor largi de căutare a soluțiilor și analiza grupurilor mari de date în vederea operării cu concepte și metode științifice avansate din domeniul calculatoarelor și tehnologiei informației. Lucrul în echipă și managementul de proiect pentru implementarea algoritmilor avansați în cadrul aplicațiilor practice. |
|                                   | - Însușirea tehnicilor algoritmice metaeuristice pentru rezolvarea eficientă a problemelor prin explorarea spațiului soluțiilor potențiale.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rezolvarea problemelor folosind metode algoritmice de simulare a proceselor fizice, biologice, genetice și folosirea conceptelor specifice inteligenței colective.</li> <li>- Însușirea tehnicilor de reprezentare și regăsire eficientă a informației folosind algoritmi probabilistici pentru diverse aplicații practice.</li> </ul> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 7. Conținutul predării și învățării

| Curs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Nr. ore | Metode de predare                                                | Observații |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1. Algoritmi euristici și metaeuristici: introducere</b><br>1.1. Introducere. Motivarea utilizării algoritmilor euristici și metaeuristici pentru rezolvarea eficientă a problemelor specifice și dezvoltarea de aplicații și sisteme software performante.<br>1.2. Explorarea spațiului stărilor unei probleme. Explorări informate și neinformate. Explorări tentative și irevocabile.<br>1.3. Algoritmul de explorare Hill-Climbing.<br>1.4. Exemple de probleme și aplicații. | 2       | Expunerea, prelegerea, conversația, exemplificarea, demonstrația |            |
| <b>2. Algoritmi euristici și metaeuristici: explorare probabilistică</b><br>2.1. Algoritmul Simulated Annealing.<br>2.2. Studiu de caz privind rezolvarea problemei așezării reginelor pe tabla de șah. Realizarea de comparații și discuții privind performanțele diverselor soluții algoritmice.                                                                                                                                                                                   | 2       |                                                                  |            |
| <b>3. Algoritmi metaeuristici bazați pe populații: ACO</b><br>3.1. Principiile inteligenței colective.<br>3.2. Algoritmi de tip colonii de furnici (ACO).<br>3.3. Exemplu practic și discuții.                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3       |                                                                  |            |
| <b>4. Algoritmi metaeuristici bazați pe populații: ABC</b><br>4.1. Algoritmi de tip colonii de albine (ABC).<br>4.2. Exemplu practic și discuții.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3       |                                                                  |            |
| <b>5. Algoritmi metaeuristici bazați pe populații: GA</b><br>5.1. Principiile evoluției naturale.<br>5.2. Algoritmi genetici (GA). Exemplu practic.<br>5.3. Teorema „No free lunch” în căutare și optimizare.<br>5.4. Studiu de caz privind rezolvarea problemei comis-voiajorului (TSP) folosind algoritmi metaeuristici. Realizarea de comparații și discuții privind performanțele algoritmilor prezentați.                                                                       | 4       |                                                                  |            |
| <b>6. Algoritmi aleatori: introducere</b><br>6.1. Noțiuni introductive privind algoritmii aleatori.<br>6.2. Variantă aleatoare a algoritmului de sortare rapidă. Studiu comparativ privind performanțele sortării rapide și analiza complexității temporale.                                                                                                                                                                                                                         | 2       |                                                                  |            |
| <b>7. Algoritmi aleatori Las Vegas</b><br>7.1. Principii de rezolvare și implementare.<br>7.2. Probleme exemplu: regăsirea elementelor unei mulțimi cu o anumită frecvență de apariție.<br>7.3. Studiul probabilistic al șanselor de identificare a soluției. Complexitatea algoritmilor Las Vegas.                                                                                                                                                                                  | 4       |                                                                  |            |
| <b>8. Algoritmi aleatori Monte Carlo</b><br>8.1. Principii de rezolvare și implementare.<br>8.2. Exemple de probleme: lucrul cu numere prime mari, algoritmul de testare a primalității Fermat și Miller-Rabin.<br>8.3. Studiu probabilistic privind exactitatea soluției. Complexitatea algoritmilor Monte Carlo.                                                                                                                                                                   | 4       |                                                                  |            |
| <b>9. Structuri de date probabilistice</b><br>9.1. Filtrul Bloom. Principiul de funcționare. Realizarea de conexiuni cu alte structuri de date. Analiza probabilistică a riscului de detecție falsă.<br>9.2. Studiu comparativ privind performanța diverselor soluții algoritmice și structuri de date pentru                                                                                                                                                                        | 4       |                                                                  |            |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| problema căutării. Analiza complexității teoretice a diverselor abordări algoritmice.<br>9.3. Variante ale filtrului Bloom.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |
| <b>Bibliografie minimală recomandată</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |  |  |
| 1. Nilanjan Dey (Ed.). 2024. <i>Applications of Ant Colony Optimization and its Variants: Case Studies and New Developments</i> . Springer Tracts in Nature-Inspired Computing, Springer<br>2. Marco Dorigo, Thomas Stutzle. 2004. <i>Ant Colony Optimization</i> , MIT Press<br>3. Ke-Lin Du, M.N.S. Swamy. 2016. <i>Search and Optimization by Metaheuristics: Techniques and Algorithms Inspired by Nature</i> , 1st Ed., Birkhauser<br>4. Ronald T. Kneusel. 2024. <i>The Art of Randomness: Randomized Algorithms in the Real World</i> . No Starch Press<br>5. Michael Mitzenmacher, Eli Upfal. 2017. <i>Probability and Computing: Randomization and Probabilistic Techniques in Algorithms and Data Analysis</i> , 2nd Ed. Cambridge University Press<br>6. Proceedings of the International Conference on Swarm Intelligence (ANTS), <a href="https://iridia.ulb.ac.be/ants">https://iridia.ulb.ac.be/ants</a><br>7. Chun-Wei Tsai, Ming-Chao Chiang. 2023. <i>Handbook of Metaheuristic Algorithms: From Fundamental Theories to Advanced Applications (Uncertainty, Computational Techniques, and Decision Intelligence)</i> . Academic Press<br>8. Radu-Daniel Vatavu, Lisa Anthony, Jacob O. Wobbrock. 2018. \$Q: A super-quick, articulation-invariant stroke-gesture recognizer for low-resource devices. In <i>Proceedings of the 20th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services (MobileHCI '18)</i> . ACM, New York, NY, USA<br>9. Xin-She Yang. 2020. <i>Nature-Inspired Optimization Algorithms</i> , 2nd Ed., Academic Press |  |  |  |

| Aplicații (Seminar/laborator/lucrări practice/proiect)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Nr. ore | Metode de predare                                           | Observații |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------|------------|
| 1. Activitate introductivă privind dezvoltarea aplicațiilor software folosind algoritmi metaeuristici și probabilistici. Revizitarea noțiunilor și aspectelor practice privind procesarea eficientă a datelor din perspectiva complexității algoritmice. Exemple de probleme practice.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2       | Lucrări practice, experimentul, conversația, studiul de caz |            |
| 2. Algoritmul Hill-Climbing, aspecte introductive privind explorarea spațiului soluțiilor potențiale ale unei probleme.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2       |                                                             |            |
| 3. Algoritmii Hill-Climbing și Simulated Annealing, studiu comparativ. Aplicație practică privind rezolvarea eficientă a problemei așezării reginelor pe tabla de șah.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2       |                                                             |            |
| 4. Algoritmi de tip colonii de furnici (ACO). Rezolvarea eficientă a problemei comis-voiajorului folosind algoritmi ACO. Activitate pregătitoare privind inițierea proiectelor, formarea echipelor și stabilirea planului de lucru.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2       |                                                             |            |
| 5. Algoritmi Las Vegas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2       |                                                             |            |
| 6. Algoritmi Monte Carlo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2       |                                                             |            |
| 7. Susținerea și evaluarea proiectelor realizate în echipă                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2       | Demonstrația                                                |            |
| Prezența la activitățile obligatorii este reglementată de "Regulamentul cadru privind evaluarea studenților". Recuperarea activităților aplicative obligatorii programate pe parcursul semestrului se face în conformitate cu precizările acestui regulament. De asemenea, în conformitate cu prevederile regulamentului sus-menționat, activitățile aplicative programate pe parcursul semestrului pot fi echivate cu realizarea și susținerea de proiecte de complexitate ridicată din tematica disciplinei, cu acordul cadrului didactic titular.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |                                                             |            |
| <b>Bibliografie minimală recomandată</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |                                                             |            |
| 1. Nilanjan Dey (Ed.). 2024. <i>Applications of Ant Colony Optimization and its Variants: Case Studies and New Developments</i> . Springer Tracts in Nature-Inspired Computing, Springer<br>2. Marco Dorigo, Thomas Stutzle. 2004. <i>Ant Colony Optimization</i> , MIT Press<br>3. Ke-Lin Du, M.N.S. Swamy. 2016. <i>Search and Optimization by Metaheuristics: Techniques and Algorithms Inspired by Nature</i> , 1st Ed., Birkhauser<br>4. Ronald T. Kneusel. 2024. <i>The Art of Randomness: Randomized Algorithms in the Real World</i> . No Starch Press<br>5. Michael Mitzenmacher, Eli Upfal. 2017. <i>Probability and Computing: Randomization and Probabilistic Techniques in Algorithms and Data Analysis</i> , 2nd Ed. Cambridge University Press<br>6. Proceedings of the International Conference on Swarm Intelligence (ANTS), <a href="https://iridia.ulb.ac.be/ants">https://iridia.ulb.ac.be/ants</a><br>7. Chun-Wei Tsai, Ming-Chao Chiang. 2023. <i>Handbook of Metaheuristic Algorithms: From Fundamental Theories to Advanced Applications (Uncertainty, Computational Techniques, and Decision Intelligence)</i> . Academic Press<br>8. Radu-Daniel Vatavu, Lisa Anthony, Jacob O. Wobbrock. 2018. \$Q: A super-quick, articulation-invariant stroke-gesture recognizer for low-resource devices. In <i>Proceedings of the 20th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services (MobileHCI '18)</i> . ACM, New York, NY, USA<br>9. Xin-She Yang. 2020. <i>Nature-Inspired Optimization Algorithms</i> , 2nd Ed., Academic Press |         |                                                             |            |

## 8. Evaluare

| Tip activitate | Criterii de evaluare                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Metode de evaluare                                                                                                                                                                                                               | Pondere din nota finală |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Curs           | Expunerea clară a conceptelor teoretice și corectitudinea operării cu noțiuni și tehnici specifice implementării practice a algoritmilor meta-euristici și probabilistici. Însușirea corectă a metodelor de cercetare științifică pentru proiectarea de aplicații folosind algoritmi avansați în vederea procesării eficiente a datelor. | Probă mixtă, alcătuită din:<br>- test docimologic pe calculator și<br>- test practic pe calculator (rezolvarea unei probleme de natură algoritmică) cu verificarea orală a abordării folosite pentru rezolvarea testului practic | 50%                     |
| Seminar        | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | -                                                                                                                                                                                                                                | -                       |
| Laborator      | Corectitudinea rezolvării de probleme algoritmice și a implementării acestora într-un limbaj de programare sub forma unui proiect realizat în echipă. Calitatea managementului proiectului și a colaborării în cadrul echipei. Participarea la diverse activități practice în legătură cu obiectivele specifice ale disciplinei.         | Evaluarea proiectului, observația sistematică                                                                                                                                                                                    | 50%                     |
| Proiect        | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | -                                                                                                                                                                                                                                | -                       |

Fișa disciplinei include, dacă este cazul, elemente adaptate persoanelor cu dizabilități, în funcție de tipul și gradul acestora.

| Data completării | Grad didactic, nume, prenume, semnătura titularului de curs | Grad didactic, nume, prenume, semnătura titularului de aplicație |
|------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 25.09.2025       | Prof. univ. dr. ing. Radu-Daniel VATAVU                     | Șef lucrări dr. ing. Ionela RUSU                                 |

| Data avizării | Grad didactic, nume, prenume, semnătura responsabilului de program |
|---------------|--------------------------------------------------------------------|
| 25.09.2025    | Prof. dr. ing. Stefan-Gheorghe PENTIUC                             |

| Data avizării în departament | Grad didactic, nume, prenume, semnătura directorului de departament |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 26.09.2025                   | Prof. dr. ing. Ovidiu-Andrei SCHIPOR                                |

| Data aprobării în consiliul facultății | Grad didactic, nume, prenume, semnătura decanului |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 26.09.2025                             | Prof. dr. ing. Laurentiu- Dan MILICI              |