**Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti**

**Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi**

**Tehnologia Informaţiei**

# FIŞA DISCIPLINEI

## 1. Date despre program

| | |
|---|---|
| 1.1 Instituţia de învăţământ superior | **Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti** |
| 1.2 Facultatea | **Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologia Informaţiei** |
| 1.3 Departamentul | **Electronică Aplicată şi Ingineria Informaţiei** |
| 1.4 Domeniul de studii | Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale |
| 1.5 Ciclul de studii | Masterat |
| 1.6 Specializarea | Ingineria Informaţiei şi a Sistemelor de Calcul |

## 2. Date despre disciplină

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.1 Denumirea disciplinei (ro)<br>(en) | | | | Tehnologii avansate în programare, modelare şi simulare | | | |
| 2.2 Titularul activităţilor de curs | | | | Prof. Dr. Radu DOGARU | | | |
| 2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator | | | | Prof. Dr. Radu DOGARU | | | |
| 2.4 Anul de studiu | 1 | 2.5 Semestrul | I | 2.6. Tipul de evaluare | E | 2.7 Regimul disciplinei | Ob |
| 2.8 Tipul disciplinei | | F | 2.9 Codul disciplinei | 3 | | 2.10 Tipul de notare | Nota |

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

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3.1 Număr de ore pe săptămână | 3 | Din care: 3.2 curs | 2.00 | 3.3 seminar/laborator | 1 |
| 3.4 Total ore din planul de învăţământ | 42.00 | Din care: 3.5 curs | 28 | 3.6 seminar/laborator | 14 |
| Distribuţia fondului de timp: | | | | | ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie şi notiţe<br>Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate<br>Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii şi eseuri | | | | | 36 |
| Tutorat | | | | | 16 |
| Examinări | | | | | 6 |
| Alte activităţi (dacă există): | | | | | 0 |

| | |
|---|---|
| 3.7 Total ore studiu individual | 58.00 |
| 3.8 Total ore pe semestru | 100 |
| 3.9 Numărul de credite | 4 |

## 4. Precondiţii (acolo unde este cazul)

| | |
|---|---|
| 4.1 de curriculum | Nu este cazul |
| 4.2 de rezultate ale învăţării | Nu este cazul |

## 5. Condiţii necesare pentru desfăşurarea optimă a activităţilor didactice (acolo unde este cazul)

| | |
|---|---|
| 5.1 Curs | Cursul se va desfăşura într-o sală dotată cu videoproiector şi computer sau prin intermediul platformelor Teams / Moodle . |

| | |
|---|---|
| 5.2 Seminar/ Laborator/Proiect | Seminarul si proiectul se vor desfăşura într-o sală dotată cu videoproiector şi computer sau prin intermediul platformelor Teams / Moodle ; Se vor explica o serie de module aplicative disponibile via Moodle (de regula notebook-uri Google Colab sau Kaggle) din perspectiva rezolvarii temei de casa, un proiect aplicativ in domeniul cursului care va certifica competentele studentului. |

**6. Obiectiv general** *(Se referă la intenţiile profesorilor pentru studenţi, la ceea ce studenţii vor fi învăţaţi în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului ştiinţific abordat, precum şi la rolul pe care acesta îl are în cadrul specializării studiate. Vor fi descrise de o manieră generală tematicile abordate, justificarea includerii cursului în planul de învăţământ al specializării studiate etc.)*

Aceasta disciplina a fost propusa in contextul diversificarii gamei de tehnologii software disponibile si a cerintei diversificate de aplicatii care trebuiesc rezolvate in conditii de performanta, productivitate si portabilitate.
Disciplina familiarizează studentii cu metodele si tehnicile avansate de programare cu relevanta in dezvoltarea aplicatiilor software si hardware pentru modelare si simulare astfel incat sa se asigure cerinte maximale de productivitate, eficienta si portabilitate prin utilizarea diversitatii platformelor computationale existente in prezent (PC, GPU, TPU, FPGA, containerizare Docker si altele, terminal mobil etc.). Sunt prezentate comparativ cele mai moderne limbaje de programare si medii de modelare/simulare (Python cu pachete specifice diferitelor domenii, limbajele din familia Matlab, limbaje de modelare simulare pentru FPGA si unelte avansate pentru sinteza in platforme FPGA – HLS, unelte pentru dezvoltarea aplicatiilor in terminale mobile) cu explicitarea avantajelor specifice, in special in conditiile utilizarii unei diversitati de platforme computationale.
Aplicaţiile familiarizează studenţii cu implementarea unor tehnici avansate de programare, modelare si simulare pe o diversitate de platforme computationale. Se vor utiliza in principal platforme „cloud” Google COLAB, Kaggle sau Binder care permit derularea aplicatiilor in regim on-line. Utilizarea acestor medii de programare si a unor biblioteci specializate va fi discutata in cadrul sedintelor de seminar si proiect pe studii de caz reprezentand probleme de interes practic

**7. Competenţe** *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoştinţe, aptitudini şi abilităţi personale, sociale şi/sau metodologice în situaţii de muncă sau de studiu şi pentru dezvoltarea profesională şi personală. Reflectă cerinţele angajatorilor.)*

| | |
|---|---|
| **Specifice** | **Demonstrează că deţine** cunoştinţe de bază/avansate în domeniul identificarii unor metode si tehnologii eficiente pentru programare, modelarea si simulare in contextul rezolvarii unei probleme practice specifice.<br>**Corelează cunoştinţele**<br>**Aplică în practică** cunoştinţele<br>**Aplică** metode şi instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru realizarea procesului de evaluare şi diagnoză a unei situaţii, în funcţie de problemele identificate/raportate, şi identifică soluţii.<br>**Argumentează si analizează** coerent şi corect contextul de aplicare a cunostinţelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei şi metodologia specifica.<br>**Comunicare orală şi în scris în limba română:** utilizează vocabularul ştiinţific specific domeniului, în vederea comunicării eficace, în scris şi oral.<br>**Comunicare orală şi în scris într-o limba străină (engleză):** demonstrează înţelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă străină. |

| | |
|---|---|
| **Transversale (generale)** | Autonomie și gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni științifici, de a căuta și analiza date în mod independent, precum și de a desprinde și prezenta concluzii / identifica soluții.<br>**Capacitate de analiză și sinteză**: prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică.<br>**Respectă principiile de etică academică:** în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate.<br>**Pune în practică elemente de** inteligență emoțională în gestionarea socio-emoțională adecvată a unor situații din viața reală/academică/profesională, demonstrând stăpânire de sine și obiectivitate în luarea deciziilor sau în situații de stres. |

**8. Rezultatele învățării** *(Sunt enunțuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învățării reflectă realizările studentului și mai puțin intențiile profesorului. Rezultatele învățării informează studenții despre ceea ce se așteaptă de la ei din punct de vedere al performanței, pentru a obține notele și creditele dorite. Sunt definite în termeni concreți, folosind verbe similare exemplelor de mai jos și indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învățării vor fi astfel redactate încât să fie evidențiată clar relația față de competențele definite la punctul 7.)*

| | |
|---|---|
| **Cunoştinţe** | *Rezultatul asimilării de informații prin învățare. Cunoștințele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii și practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice și/sau faptice.*<br>Demonstrează capacitate de utilizare adecvată a noțiunilor specifice disciplinei pentru rezolvarea unei teme specifice<br>Verifică experimental soluții identificate.<br>Rezolvă aplicații practice prin utilizarea sistemelor deja existente și/sau prin dezvoltarea de module software cu contributii proprii.<br>Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare pe baza instrumentelor pe care le are la dispoziție în cadrul sistemelor studiate.<br>Interpretează adecvat relații de cauzalitate, demonstrând capacitate de analiză și interpretare a diverselor scenarii posibile.<br>Argumentează soluțiile identificate/modurile de rezolvare. |
| **Aptitudini** | *Capacitatea de a aplica cunoștințe și de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini și a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive și creative) sau practice (implicând dexteritate manuală și utilizarea de metode, materiale, unelte și instrumente).*<br>Demonstrează capacitate de utilizare adecvată a noțiunilor specifice disciplinei pentru rezolvarea unei teme specifice<br>Verifică experimental soluții identificate.<br>Rezolvă aplicații practice prin utilizarea sistemelor deja existente și/sau prin dezvoltarea de module software cu contributii proprii.<br>Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare pe baza instrumentelor pe care le are la dispoziție în cadrul sistemelor studiate.<br>Interpretează adecvat relații de cauzalitate, demonstrând capacitate de analiză și interpretare a diverselor scenarii posibile.<br>Argumentează soluțiile identificate/modurile de rezolvare. |

| | |
|---|---|
| **Responsabilitate și autonomie** | *Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.*<br>**Selectează** surse bibliografice potrivite şi le analizează.<br>**Respectă principiile de etică academică,** citând corect sursele bibliografice utilizate.<br>**Demonstrează receptivitate** pentru contexte noi de învăţare.<br>**Manifestă colaborare** cu ceilalţi colegi şi cadre didactice în desfăşurarea activităţilor didactice<br>**Demonstrează autonomie** în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat<br>**Promovează/contribuie prin soluţii noi, aferente domeniului de specialitate** pentru a îmbunătăţi calitatea vieţii sociale.<br>**Conştientizează valoarea contribuţiei sale în domeniul ingineriei** la identificarea de soluţii viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viaţa socială şi economică (responsabilitate socială).<br>**Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluţiilor propuse** în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător |

**9. Metode de predare** *(Se vor avea în vedere metode care să asigure predarea centrată pe student. Se va descrie modul în care se asigură participarea studenților la stabilirea propriului parcurs de învățare, cum se identifică eventualele rămâneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări Power Point sau diferite articole stiintifice si eventual filmulețe care vor fi puse la dispoziția studenților. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs.
Prezentările teoretice vor alterna cu module aplicative sub forma de notebook-uri Google Colab sau Kaggle cu evidentierea elementelor specifice care pot fi explorate in dezvoltarea temelor de casa (proiecte aplicative)
Se utilizează imagini şi scheme, astfel încât informaţiile prezentate să fie uşor de înţeles şi asimilat.
Se va pune accent pe exersarea abilităților de ascultare activă și de comunicare, pe mecanisme de construcție a feedback-ului pentru a adapta stilul de predare la modul și nevoie de învățare ale studenților. Se va încuraja comunicarea atât între studenți prin lucrul în echipă, cât și comunicarea deschisă și directă a studenților cu cadrul didactic pentru construirea unui climat favorabil învățării.

**10. Conţinuturi**

| **CURS** | | |
|---|---|---|
| **Capitolul** | **Conţinutul** | **Nr. ore** |
| 1 | Introducere: Reamintirea si reactualizarea notiunilor generale de programare. Modelarea si simularea. Concepte moderne in programare: high prodictivity; high performance; high portability; limbaje de modelare si simulare; considerente generale privind algerea unui limbaj; sisteme de operare specializate; compilatoare JIT; tehnici de accelerare (prezentate la modul general) | 4 |
| 2 | Platforme computationale si sisteme de operare, discutarea elementelor specifice: PC (CPU,GPU, TPU, acceleratoare pentru aplicatii IA); FPGA; Terminal mobil (tableta / telefon etc.); sisteme "embbeded" si sisteme dedicate | 4 |
| 3 | Programare, modelare si simulare in Python: Biblioteci obiect orientate in Python. Pachete pentru calcul stiintific (NUMPY, SCIPY, etc..); Pachete pentru suport GPU (NUMBA); Pachete pentru sinteza de nivel inalt HDL; Alte pachete relevante. Eficientizarea modelarii si simularii prin utilizarea compilatoarelor JIT, alte metode specifice CPU. | 10 |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | Medii de modelare si simulare din familia Matlab (Octave, SciLab): Prezentarea notiunilor generale de programare si a principalelor pachete. Aspecte specifice fiecarui mediu de modelare simulare (Matlab, Octave, SciLab). Tehnici de accelerare MEX si suport GPU FPGA in Matlab. Utilizarea compilatoarelor JIT | 2 |
| 5 | Limbaje pentru programare, modelare si simulare pentru suport FPGA; Accelerarea aplicatiilor prin utilizarea platformelor FPGA.<br>- considernete generale privind programarea in VHDL; exemple si studii de caz<br>- HLS (instrumente pentru sinteza de nivel inalt); exemple si studii de caz | 4 |
| 6 | Considerente privind programarea terminalelor mobile si alte subiecte de interes (Containerizare Docker, Cercetare reproductibila si instrumente specifice, alte teme de interes actual propuse de masteranzi in cursul semestrului) | 4 |
| | **Total:** | 28 |

**Bibliografie:**

1. DOGARU Radu, Tehnici avansate in programare modelare si simulare (TAPMS), suport de curs electronic, https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9483
2. Bibliografie actualizata la zi (in cadrul cursului Moodle)
3. Giancarlo Zaccone, Python Parallel Programming Cookbook, 2015
4. Mark Lutz, Python Pocket Reference: Python In Your Pocket, 5th Edition, O'Reilly, 2014
5. HP Langtangen, A Primer on Scientific Programming with Python, 2014, online - https://hplgit.github.io/primer.html/doc/pub/half/book.pdf
6. A.Vande Wouwer, P. Saucez, P, C. V. Fernandez, Simulation of ODE/PDE Models with MATLAB®, OCTAVE and SCILAB Scientific and Engineering Applications, Springer 2014
7. Ioana Dogaru – Bibiloteci Obiect Orientate. Aplicatii. Editura Printech, 2015
8. Documentatie si suport pentru utilizarea platformelor cloud Google COLAB https://colab.research.google.com/?utm_source=scs-index si Kaggle https://www.kaggle.com/

**SEMINAR**

| Nr. crt. | Conţinutul | Nr. ore |
|---|---|---|
| 1 | Studii de caz (pe platforme diferite) privind eficienta computationala si existenta unor biblioteci specializate: Implementarea unui strat de neuroni artificiali. | 1 |
| 2 | Comparatie diferitelor implementari: Python (JIT),Python (No-JIT), Octave, Scilab (cu conversie automata din Matlab), C++ (compilat cu g++).Implementarea unui strat de neuroni artificiali. | 1 |
| 3 | Utilizarea pachetelor obiect orientate in Pyhon cu relevanta in aplicatii; Optimizarea si eficientizarea implementarilor. Transformari Octave <-> Python. Studiu de caz: clasificatorul neural "extreme learning machine" (ELM). | 1 |
| 4 | Modelare si simularea unui automat celular simplu in Python. Variante de implementare, factori care influenteaza viteza de executie. | 1 |
| 5 | Exemple privind utilizarea GPU in Python (NUMBA); Implementare algoritmului ELM cu optimizarea parametrilor; Implementarea unui automat celular utilizand diferite biblioteci cu suport NVIDIA. | 1 |
| 6 | Programare utilizand limbajele de tip MATLAB (Octave, SCI-Lab). Notiuni si medii de programare specifice. Utilizarea MEX si a bibliotecilor optimizate vectoriale de tip EIGEN3; Compararea performantelor. ELM si automat celular. | 1 |

| | | |
|---|---|---|
| 7 | Metode de programare, modelare si simulare cu suport FPGA. Implementarea automatelor celulare in VHDL; utilizarea pachetului Python MyHDL; Exemplificare cu aplicatii in generarea secventelor pseudoaleatoare. | 1 |
| | **Total:** | 7 |

**PROIECT**

| **Nr. crt.** | **Conţinutul** | **Nr. ore** |
|---|---|---|
| 1 | Discutarea interactiva a modulelor software si a experimentelor relevante temei de casarelativ la tematica din seminar 1. | 1 |
| 2 | Discutarea interactiva a modulelor software si a experimentelor relevante temei de casarelativ la tematica din seminar 2. | 1 |
| 3 | Discutarea interactiva a modulelor software si a experimentelor relevante temei de casarelativ la tematica din seminar 3 | 1 |
| 4 | Discutarea interactiva a modulelor software si a experimentelor relevante temei de casarelativ la tematica din seminar 4. | 1 |
| 5 | Discutarea interactiva a modulelor software si a experimentelor relevante temei de casarelativ la tematica din seminar 5. | 1 |
| 6 | Discutarea interactiva a modulelor software si a experimentelor relevante temei de casarelativ la tematica din seminar 6. | 1 |
| 7 | Discutarea interactiva a modulelor software si a experimentelor relevante temei de casarelativ la tematica din seminar 7. | 1 |
| | **Total:** | 7 |

**Bibliografie:**

1. DOGARU Radu, Tehnici avansate in programare modelare si simulare (TAPMS), suport de curs electronic la zi, pagina Moodle a disciplinei
Bibliografia cursului si specific aplicatiilor actualizata la zi (in cadrul cursului Moodle)
Documentatie si suport pentru utilizarea platformelor cloud Google COLAB https://colab.research.google.com/?utm_source=scs-index si Kaggle https://www.kaggle.com/

**11. Evaluare**

| Tip activitate | 11.1 Criterii de evaluare | 11.2 Metode de evaluare | 11.3 Pondere din nota finală |
|---|---|---|---|
| 11.4 Curs | Cunoaşterea noţiunilor teoretice fundamentale;<br>Cunoaşterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice de programare;<br>Analiza diferenţială a tehnicilor, limbajelor şi metodelor teoretice de programare. | Quiz (test grila) cu intrebari formulate astfel incat sa verifice capacitatea studentului de a selecta cunostintele adecvate unei situatii practice | 40% |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 11.5 Seminar/laborator/proiect | Existența unei aplicații funcționale de modelare și simulare pe o temă aleasă de student din tematica disciplinei și care să dovedească capacitatea de a folosi instrumentele si tehnologiile discutate pentru o problemă practică si de a expune rezultatele in formatul sistematic acceptat de comunitatea stiintifica. | Referat sub forma unui articol stiintific care se va evalua inclusiv prin interactiunea cu studentul. | 60% |
| 11.6 Condiții de promovare | | | |
| Conform regulamentului ETTI: Obținerea a 50% din punctajul total. Disciplina este cu examen, verificarea finala are ponderea de 40% | | | |

**12. Coroborarea conţinutului disciplinei cu aşteptările reprezentanţilor angajatorilor şi asociaţiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum şi cu stadiul actual al cunoaşterii în domeniul ştiinţific abordat şi practicile în instituţii de învăţământ superior din Spaţiul European al Învăţământului Superior (SEÎS)**

-Prin activitățile desfășurate, studenții dezvoltă abilități de a oferi soluții unor probleme privind realizarea unor aplicatii eficiente de modelare si simulare specifice diversitatii de situatii intalnite in practica activitatii de cercetare.
-În dezvoltarea conținutului disciplinei s-au avut în vedere cunoștințe / aspecte / fenomene descrise de literatura de specialitate / cercetările proprii publicate / prezentate
- Cursul are un conținut similar cursurilor desfășurate la univerisatati de prestigiu (ex: https://see.stanford.edu/Course/CS107 )
- Prin tema de casă individuală se urmărește dezvoltarea abilităților absolventului de a gestiona situaţii practice cu care se poate confrunta în viața reală în scopul creşterii contribuţiei acestuia la îmbunătățirea mediului socio-economic

| | | |
|---|---|---|
| Data completării | Titular de curs | Titular(i) de aplicații |
| 21.09.2026 | Prof. Dr. Radu DOGARU | Prof. Dr. Radu DOGARU |

Data avizării în departament — Director de departament

Data aprobării în Consiliul Facultății — Decan

Prof. Dr. Mihnea Udrea

**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**

**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și**

**Tehnologia Informației**