

**FIȘA DISCIPLINEI**  
(masterat)

**1. Date despre program**

Instituția de învățământ superior	Universitatea „Ștefan cel Mare” Suceava	
Facultatea	Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor	
Departamentul	Calculatoare	
Domeniul de studii	Calculatoare și Tehnologia Informației	
Ciclul de studii	Masterat	
Programul de studii	Masterat Stiinta si Ingineria Calculatoarelor	

**2. Date despre disciplină**

Denumirea disciplinei	Algoritmi Paraleli Avansati				
Titularul activităților de curs	s.l. univ.dr.ing. Remus Cătălin PRODAN				
Titularul activităților de seminar	s.l. univ.dr.ing. Remus Cătălin PRODAN				
Anul de studiu	<b>I</b>	Semestrul	<b>2</b>	Tipul de evaluare	<b>E</b>
Regimul disciplinei	Categorია formativă a disciplinei DSI – Discipline de sinteză; DAP – Discipline de aprofundare				<b>DAP</b>
	Categorია de opționalitate a disciplinei: DI - impusă, DO - opțională, DF - facultativă				<b>DI</b>

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

I a) Număr de ore, pe săptămână	2	Curs	1	Seminar	0	Laborator	1	Proiect	0
I.b) Totalul de ore (pe semestru) din planul de învățământ	28	Curs	14	Seminar	0	Laborator	14	Proiect	0

II. Distribuția fondului de timp pe semestru	ore
II.a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe	50
II.b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren	42
II.c) Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri	5
II.d) Tutoriat	0
III. Examinări	2
IV. Alte activități:	0

Total ore studiu individual II (a+b+c+d)	97
Total ore pe semestru (I+II+III+IV)	127
Numărul de credite	2

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

Curriculum	-
Competențe	-

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

Desfășurare a cursului	Laptop, videoproiector, exemple de programe funcționale pe calculator, materiale pentru prezentare în format html/pdf/ppt	
Desfășurare aplicații	Seminar	-
	Laborator	Laborator dotat cu minim 12 stații PC cu terminal SSH, cluster Linux cu biblioteca MPI instalată, ghid de lucrări practice în format electronic
	Proiect	-

**6. Competențe specifice acumulate**

Competențe profesionale	CP4. Dezvoltarea și proiectarea sistemelor paralele și distribuite
Competențe transversale	CT1. Executarea unor sarcini profesionale complexe, în condiții de autonomie și independență profesională individual sau în grup; CT3. Demonstrarea spiritului de creativitate, inițiativă și acțiune, pentru actualizarea cunoștințelor

profesionale, economice și de cultură organizațională

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

Obiectivul general al disciplinei	<p>Se urmărește înțelegerea ideilor care stau la baza metodelor de calcul paralel, a principiilor de funcționare a sistemelor de calcul paralele, a configurării unui cluster, prin conectarea mai multor platforme de calcul.</p> <p>Se urmărește și modul în care paralelizarea operațiilor a contribuit istoric la dezvoltarea microprocesoarelor, supercalculatoarelor și chiar a calculatoarelor personale.</p> <p>Însușirea noțiunilor fundamentale în domeniul algoritmilor de calcul paralel, respectiv asimilarea algoritmilor avansați și tehnicilor fundamentale în acest domeniu</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- introducerea noțiunilor fundamentale specifice procesării paralele;</li> <li>- descrierea tehnologiilor moderne utilizate în calculului de înaltă performanță - HPC;</li> <li>- prezentarea bibliotecii MPI, utilizată în scrierea și experimentarea algoritmilor de calcul paralel;</li> <li>- analiza problemelor ce se pretează la implementări pe structuri paralele de calcul.</li> <li>- studiul algoritmilor utilizați în calculului de înaltă performanță;</li> <li>- validarea și interpretarea rezultatelor obținute prin implementarea algoritmilor avansați de calcul paralel;</li> </ul>

8. **Conținuturi**

Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. Introducere în calculul paralel 1.1. Scopul cursului; 1.2. Concepte și noțiuni. 1.3. Modele de arhitecturi paralele	1	expunerea, prelegerea-dezbatere, demonstrația	
2. Arhitecturi de calcul paralel 2.1. Clustere beowulf. Structura hardware și software. Performanță și costuri; 2.2. RedPower HPC, clusterul de la USV. Arhitectura hardware și software;	2	expunerea, prelegerea-dezbatere, demonstrația	
3. Comunicarea în mașini paralele, bibliotecia MPI 3.1. Modele și costuri; 3.2. Tipuri de date; 3.3. Operații de comunicare colectivă 3.4. Topologii de procese; 3.5. Maparea topologiilor 3.6. Algoritmi simpli utilizând MPI (calcul integrală definită, număr PI, etc)	4	expunerea, prelegerea-dezbatere, demonstrația	
4. Exemple de algoritmi paraleli. Prelucrarea masivelor de date 4.1. Calculul lui Pi 4.2. Înmulțirea vectorilor și al matricelor: 4.3. Sisteme de N ecuații liniare: 4.4. Eliminarea Gaussiană.	5	expunerea, prelegerea-dezbatere, demonstrația	
5. Exemple de algoritmi paraleli: Grafuri 5.1. Arbori de acoperire minimi; 5.2. Drumuri minime; 5.3. Maximal Independent Set	2	expunerea, prelegerea-dezbatere, demonstrația	
<b>Bibliografie</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sanders, P., Mehlhorn, K., Dietzfelbinger, M., Dementiev, R., Sequential and Parallel Algorithms and Data Structures: The Basic Toolbox, ISBN: 9783030252090, 2019;</li> <li>2. P. Pacheco, An Introduction to Parallel Programming, Morgan Kaufmann, 2010</li> <li>3. A. Grama, A. Gupta, G. Karypis, V. Kumar: Introduction to Parallel Computing, Second Edition, 2003, AddisonWesley</li> <li>4. Petcu D., "Procesare paralelă", Editura Eubee, 2001, Colecția Informatica, Timișoara, ISBN 973-9479-48-0, 414 pagini.</li> </ol>			

<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Petcu D., Negru V., "Procesare distribuită", Editura Universității de Vest, Seria Alef, 2002, Timișoara, ISBN 973-85552-8-0, 420 pagini</li> <li>6. Petcu D., "Algoritmi paraleli", Tipografia Universității Timișoara, 1994, 205 pagini.</li> <li>7. Dana Petcu (@Universitatea de Vest Timisoara), Procesare paralela, Ed. Eubeea Timisoara, 2001 <a href="http://www.info.uvt.ro/~petcu">http://www.info.uvt.ro/~petcu</a></li> <li>8. T. Rauber, G. Runger, Parallel Programming for multicore and cluster systems, Springer, 2013</li> <li>9. D. Kirk, Programming massively parallel processors, Morgan Kaufmann, 2013</li> <li>10. Chiorean I., "Calcul paralel. Fundamente", Ed. Microinformatica, 1995</li> <li>11. Cristea V., "Algoritmi de prelucrare paralelă", Ed. Matrix Rom, 2005</li> <li>12. Croitoru c., "Introducere in proiectarea algoritmilor paraleli", Ed. Matrix Rom, 2004</li> <li>13. Grigoraș D., "Calcul Paralel. De la Sisteme la programarea aplicațiilor", Computer Libris Agora, Cluj, 2000</li> <li>14. Hockney R.W., Jesshope C.R., "Calculatoare paralele. Arhitectura, programare, algoritmi", Ed. Tehnică, 1991</li> </ol> <p>Alte surse</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="http://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/">http://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/</a></li> <li>2. Ian Foster: Designing and Building Parallel Programs, 1995, Addison Wesley <a href="http://wotug.kent.ac.uk/parallel/books/addison-wesley/dbpp/">http://wotug.kent.ac.uk/parallel/books/addison-wesley/dbpp/</a></li> </ol>
<p><b>Bibliografie minimală</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Michael J. Quinn, Parallel Programming in C with Mpi and Openmp, McGraw-Hill Education, ISBN-13: 978-0071232654, 2008</li> <li>2. A. Grama, A. Gupta, G. Karypis, V. Kumar: Introduction to Parallel Computing, Second Edition, 2003, AddisonWesley</li> <li>3. Cristea V., "Algoritmi de prelucrare paralelă", Ed. Matrix Rom, 2005</li> </ol> <p>Alte surse</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="http://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/">http://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/</a></li> </ol>

Aplicații (laborator)	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. Programare C in Linux. Apeluri sistem. Procese si thread-uri	2	lucrări practice, experimentul	
2. Introducere in librăria MPI ( <i>Message-Passing Interface</i> )	2	lucrări practice, experimentul, verificare/testare	
3. Algoritmi paraleli de calcul al valorii lui PI. Algoritmi de operare cu numere prime	2	lucrări practice, experimentul	
4. Algoritm de sortare. Algoritmul Odd-Even-Par. Sortarea prin interschimbare	2	lucrări practice, experimentul	
5. Operații cu matrici. Înmulțirea vector-matrice. Înmulțirea a doua matrici	2	lucrări practice, experimentul	
6. Algoritmi in prelucrarea numerica a imaginilor. Calculul Transformatei Fourier	2	lucrări practice, experimentul	
7. Sisteme de ecuații. Reducerea la forma triunghiulara. Algoritmul eliminării Gaussiene. Versiunea paralela	2	lucrări practice, experimentul	
<p>Temele de casă consta in dezvoltarea unor proiecte, din domeniul calculului paralel de inalta performanta, pe platforme de tip cluster, utilizand limbaje de programare C/C++, impreuna cu documentatia aferenta.</p> <p>Etape principale în dezvoltarea temei</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- însușirea temei de realizare;</li> <li>- proiectarea logică a produsului program;</li> <li>- programare; inserarea de comentarii în codul sursă</li> <li>- punerea la punct a produsului program;</li> <li>- testarea cu date impuse;</li> <li>- validarea si interpretarea datelor obtinute</li> </ul> <p>În cadrul proiectelor se urmărește ca produsele-program realizate de studenți să fie implementate pe structuri de calcul.</p> <p>Exemple de teme de proiect propuse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Înmulțirea vector-matrice realizata pe structura de calcul paralela</li> <li>- Înmulțirea matrice-matrice realizata pe structura de calcul paralela</li> <li>- Rezolvarea unui sistem de ecuații pe structura de calcul paralela</li> <li>- Algoritmi de căutare implementați pe o structura de calcul paralela</li> <li>- Transformata Fourier implementata pe o structura de calcul paralela</li> <li>- Algoritmul Bubble-Sort implementat pe o structura de calcul paralela</li> <li>- Algoritmul QuickSort implementat pe o structura de calcul paralela</li> <li>- Alți algoritmi de sortare implementați pe structuri de calcul paralel</li> </ul>			
<p><b>Bibliografie</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sanders, P., Mehlhorn, K., Dietzfelbinger, M., Dementiev, R., Sequential and Parallel Algorithms and Data Structures: The Basic Toolbox, ISBN: 9783030252090, 2019;</li> </ol>			

2. Michael J. Quinn, *Parallel Programming in C with Mpi and Openmp*, McGraw-Hill Education, ISBN-13: 978-0071232654, 2008
3. A. Grama, A. Gupta, G. Karypis, V. Kumar: *Introduction to Parallel Computing*, Second Edition, 2003, AddisonWesley
4. Petcu D., "Procesare paralelă", Editura Eubeea, 2001, Colecția Informatica, Timișoara, ISBN 973-9479-48-0, 414 pagini.
5. Petcu D., "Algoritmi paraleli", Tipografia Universității Timișoara, 1994, 205 pagini.
6. Chiorean I., "Calcul paralel. Fundamente", Ed. Microinformatica, 1995
7. Cristea V., "Algoritmi de prelucrare paralelă", Ed. Matrix Rom, 2005
8. Croitoru c., "Introducere in proiectarea algoritmilor paraleli", Ed. Matrix Rom, 2004
9. Grigoraș D., "Calcul Paralel. De la Sisteme la programarea aplicațiilor", Computer Libris Agora, Cluj, 2000
10. Hockney R.W., Jesshope C.R., "Calculatoare paralele. Arhitectura, programare, algoritmi", Ed. Tehnică, 1991

Alte surse

1. <http://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/>
2. Ian Foster: *Designing and Building Parallel Programs*, 1995, Addison Wesley  
<http://wotug.kent.ac.uk/parallel/books/addison-wesley/dbpp/>

Bibliografie minimală

1. Michael J. Quinn, *Parallel Programming in C with Mpi and Openmp*, McGraw-Hill Education, ISBN-13: 978-0071232654, 2008
2. A. Grama, A. Gupta, G. Karypis, V. Kumar: *Introduction to Parallel Computing*, Second Edition, 2003, AddisonWesley
3. <http://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/>
4. Cristea V., "Algoritmi de prelucrare paralelă", Ed. Matrix Rom, 2005

Observatii:

- *La cererea studentului, activitatea pe parcurs poate fi echivalată prin proiecte, pregătirea și participarea la concursuri profesionale sau alte tipuri de activități specifice, cu aprobarea cadrului didactic care conduce lucrările practice;*
- *Studenți care au mai mult de 50% absențe la activitatea practică pot recupera această activitate cu aprobarea cadrului didactic care conduce lucrările practice.*

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

Conținutul cursului, al laboratorului și proiectului este în concordanță cu conținutul disciplinelor similare de la programele de studiu Calculatoare de la alte universități din țara și străinătate.

**In țara**

- UT Cluj -PARALLEL PROGRAMMING ( CS433 ) – potrivire peste 70%
- <http://old.ac.utcluj.ro/index.php/syllabus-licenta-cs/articles/329.html#CS433>
- UPB Bucuresti (Facultatea de AC – masterat Parallel and Distributed Processing Systems ) Parallel Programming

**In străinătate**

- MIT -MIT Course Number 12.950 Parallel Programming for Multicore Machines Using OpenMP and MPI similaritate circa 75%
- <http://ocw.mit.edu/courses/earth-atmospheric-and-planetary-sciences/12-950-parallel-programming-for-multicore-machines-using-openmp-and-mpi-january-iap-2010/>
- MIT -MIT Course Number 12.950 Parallel Computing, similaritate circa 60%
- <http://ocw.mit.edu/courses/mathematics/18-337j-parallel-computing-fall-2011/calendar/>
- MST University - Introduction to Parallel Programming and Algorithms- similaritate circa 75%
- <http://web.mst.edu/~ercal/387/387.html>

10. **Evaluare**

Tip activitate	Criterii de evaluare	Metode de evaluare	Pondere din nota finală
Curs	Criteriile generale de evaluare (corectitudinea cunoștințelor, coerența logică, fluența în redactare) Criterii specifice disciplinei (utilizarea corectă a metalimbajului specific domeniului limbajelor de programare)	Evaluare sumativă prin examinare scrisă ( <i>proba orală și proba practică pe calculator</i> )	50
Seminar	-	-	-

Programa analitică / Fișa disciplinei

Laborator	Criteriile generale de evaluare (corectitudinea cunoștințelor, coerența logică, fluența în redactare) Criterii specifice disciplinei (utilizarea corectă a metalimbajului specific domeniului limbajelor de programare)	Evaluare pe parcurs prin examinare scrisă ( <i>prin scrierea și punerea la punct a unui program funcțional pe calculator</i> )	50
Proiect	-	-	-
Standard minim de performanță			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- capacitatea de a descrie din punct de vedere logic, sub forma de prezentare liberă, a unei probleme de calcul paralel;</li> <li>- cunoașterea elementelor de baza aparținând sintaxei librăriei MPI</li> <li>- implementarea de algoritmi simpli de calcul paralel, fara erori de sintaxa;</li> <li>- activitate satisfacatoare în cadrul orelor de laborator</li> <li>- rezolvarea parțială a unei probleme impuse.</li> </ul>			

Data completării <b>23.09.2022</b>	Semnătura titularului de curs s.l.dr.ing. Remus Catalin Prodan	Semnătura titularului de aplicație
---------------------------------------	-------------------------------------------------------------------	------------------------------------

Data avizării în departament <b>29.09.2022</b>	Semnătura directorului de departament
---------------------------------------------------	---------------------------------------

Data aprobării în Consiliul academic <b>30.09.2022</b>	Semnătura decanului
-----------------------------------------------------------	---------------------