

FIȘA DISCIPLINEI

Sisteme de operare pentru arhitecturi paralele si distribuite

Anul universitar 2025-2026

1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca
1.2. Facultatea	Facultatea de Matematică și Informatică
1.3. Departamentul	Departamentul de Informatică
1.4. Domeniul de studii	Informatică
1.5. Ciclul de studii	Master
1.6. Programul de studii / Calificarea	Calcul de Înaltă Performanță și Analiza Volumelor Mari de Date
1.7. Forma de învățământ	Cu frecvență

2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei		Sisteme de operare pentru arhitecturi paralele si distribuite					Codul disciplinei	MME8093
2.2. Titularul activităților de curs			Conf. dr. Darius-Vasile BUFNEA					
2.3. Titularul activităților de seminar			Conf. dr. Darius-Vasile BUFNEA					
2.4. Anul de studiu	1	2.5. Semestrul	1	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7. Regimul disciplinei	Obligatorie	

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	4	din care: 3.2. curs	2	3.3. seminar/laborator/proiect	1/0/1
3.4. Total ore din planul de învățământ	56	din care: 3.5. curs	28	3.6 seminar/laborator/proiect	28
Distribuția fondului de timp pentru studiul individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe (AI)					25
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					25
Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					25
Tutoriat (consiliere profesională)					12
Examinări					7
Alte activități					0
3.7. Total ore studiu individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)				94	
3.8. Total ore pe semestru				150	
3.9. Numărul de credite				6	

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1. de curriculum	- Sisteme de operare - Sisteme de operare distribuite - Rețele de calculatoare
4.2. de competențe	Abilități medii de administrare și programare

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Sală de curs și seminar dotată cu videoproiector
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului	Stații de lucru, sisteme cu sistemul de operare Linux, infrastructură de virtualizare și mașini virtuale rulând Linux pentru construirea / simularea unui cluster HPC virtual, infrastructură de rețea și acces la Internet

6.1. Competențele specifice acumulate¹

Competențe profesionale /esențiale	- înțelegerea și operarea cu conceptele de bază ale calculului de înaltă performanță și a tehnicilor de analiză a datelor - capacitatea de realizare de programe performante folosind programarea paralelă și distribuită
Competențe transversale	- abilități de muncă în echipă, cu preluarea diferitelor roluri de execuție și conducere pentru realizarea unor proiecte - comportarea onorabilă, etică, respectarea deontologiei profesionale

6.2. Rezultatele învățării

Cunoștințe	- Studentul/absolventul cunoaște conceptele cheie legate de arhitectura sistemelor paralele de tip cluster - Studentul/absolventul cunoaște paradigmele de bază ale programării paralele - Studentul/absolventul cunoaște cele mai importante formalisme pentru descrierea proceselor concurente - Studentul/absolventul înțelege și folosește teoria sistemelor distribuite și aplicațiile sale de bază pe medii de tip Grid, Cluster și în special Cloud Computing
Aptitudini	- Studentul/absolventul știe cum să construiască, să implementeze, să configureze, să întrețină, să monitorizeze, să depaneze un cluster paralel Linux - Studentul/absolventul știe să dezvolte algoritmi paraleli folosind diferite modele de calcul paralel - Studentul/absolventul dobândește principalele abilități de a lucra cu sisteme scalabile care permit rezolvarea unor probleme mari prin împărțirea lor în sub-probleme paralele - Studentul/absolventul știe să gestioneze cantități (extrem de) mari de date digitale în diverse formate
Responsabilități și autonomie	- Studentul/absolventul cunoaște și respectă norme și reguli etice și deontologice în cercetarea științifică - Studentul/absolventul își asumă responsabilitatea pentru produsul muncii sale, solicită feedback și îl utilizează constructiv - Studentul/absolventul este capabil să coordoneze activități de management de proiect, folosindu-se de abilități de decizie, de gândire critică și inovativă, precum și de abilități digitale - Studentul/absolventul gestionează un flux de lucru și relaționează în echipă, ia decizii și gestionează situații neprevăzute

7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Cunoașterea conceptelor cheie legate de arhitectura unui sistem cluster paralel
7.2 Obiectivele specifice	La sfârșitul cursului, studenții vor ști cum să: - construiască - instaleze - configureze - facă mentenanță - monitorizeze - depaneze un cluster paralel HPC bazat pe sistemul de operare Linux.

8. Conținuturi

¹ Se poate opta pentru competențe sau pentru rezultatele învățării, respectiv pentru ambele. În cazul în care se alege o singură variantă, se va șterge tabelul aferent celeilalte opțiuni, iar opțiunea păstrată va fi numerotată cu 6.

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
1. Introducere în sistemele de operare pentru arhitecturi paralele și distribuite	Expunerea, descrierea, explicația, dezbateră și dialogul, prezentarea de studii de caz	
2. Arhitectura clusterelor paralele: noduri centrale de mentenanță (head nodes), noduri de calcul (compute nodes), Cluster Middleware	Expunerea, descrierea, explicația, prezentarea de studii de caz	
3-4. Paradigme legate de clustere paralele: Imagine de sistem unică, Management centralizat al sistemului, Capacitate mare de procesare, Consolidare a resurselor, Utilizare optimă a resurselor, Disponibilitate ridicată, Redundanță, Single points of failure, Protecție la failover și Recuperare în caz de dezastru, Scalabilitate orizontală și verticală, Load-balancing, Elasticitate, Rularea oricând și oriunde (Run Jobs Anytime, Anywhere)	Expunerea, descrierea, explicația, dezbateră și dialogul, prezentarea de studii de caz	
5. Proiectare, configurarea și instalarea unui cluster paralel. cerințe preliminare de rețea, lățime de bandă, latență, interfață, aspecte de securitate. Instalarea și configurarea automată a nodurilor	Expunerea, descrierea, explicația, prezentarea de studii de caz	
6. Virtualizarea hardware-ului, a sistemelor de operare, a mediilor de stocare și a infrastructurii de rețea	Expunerea, descrierea, explicația, prezentarea de studii de caz	
7-8. Implementarea și administrarea clusterelor de tip Beowulf	Expunerea, descrierea, explicația, dezbateră și dialogul, prezentarea de studii de caz	
9. Distribuții Linux orientate cluster: Rocks, Mosix, ClusterKnoppix, Oscar (Open Source Cluster Application Resources). Provisionarea automată a sistemului de operare și a pachetelor software în cadrul distribuțiilor Linux orientate cluster	Expunerea, descrierea, explicația, prezentarea de studii de caz	
10. Resurse în cadrul unui cluster paralel: memorie distribuită, memorie partajată (shared memory), sisteme de fișiere distribuite (exemple: IBM General Parallel File System, Microsoft Cluster Shared Volumes, Oracle Cluster File System)	Expunerea, descrierea, explicația, dezbateră și dialogul, prezentarea de studii de caz	
11. Mentenanța nodurilor în cadrul unui cluster HPC (a head-node-urilor și a compute-nodurilor), mentenanță sistemului cluster, depanarea și monitorizarea unui cluster paralel, gestionarea defecțiunilor nodurilor din cadrul clusterului	Expunerea, descrierea, explicația, prezentarea de studii de caz	
12. Partajarea și comunicarea datelor, transmiterea și comunicarea mesajelor, biblioteci de procesare paralelă: Parallel Virtual Machine și MPI (Message Passing Interface).	Expunerea, descrierea, explicația, prezentarea de studii de caz	
13. Medii de dezvoltare software paralele, dezvoltarea și executarea software-ului paralel, programarea și administrarea job-urilor (jobs scheduling & management)	Expunerea, descrierea, explicația, prezentarea de studii de caz	
14. Recapitulare	Expunerea, descrierea, explicația, prezentarea de studii de caz	
Bibliografie 1. Gregory Pfister: <i>In Search of Clusters</i> , Prentice Hall; 2 edition (December 22, 1997), ISBN-10: 0138997098, ISBN- 13: 978-0138997090 2. George F. Coulouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg: <i>Distributed Systems: Concepts and Design</i> , Addison-Wesley; 5 edition (May 7, 2011), ISBN-10: 0132143011, ISBN-13: 978-0132143011 3. Joseph D. Sloan: <i>High Performance Linux Clusters with OSCAR, Rocks, OpenMosix, and MPI</i> , O'Reilly Media (November 23, 2004), ISBN-10: 0596005709, ISBN-13: 978-0596005702 4. Daniel F. Savarese, Donald J. Becker, John Salmon, Thomas Sterling: <i>How to Build a Beowulf: A Guide to the Implementation and Application of PC Clusters</i> , The MIT Press (May 28, 1999), ISBN-10: 026269218X, ISBN-13: 978-0262692182 5. Gordon Bell, Thomas Sterling: <i>Beowulf Cluster Computing with Linux</i> , The MIT Press; 1 edition (October 1, 2001), ISBN-10: 0262692740, ISBN-13: 978-0262692748 6. Charles Bookman: <i>Linux Clustering: Building and Maintaining Linux Clusters</i> , Sams Publishing; 1 edition (June 29, 2002), ISBN-10: 1578702747, ISBN-13: 978-1578702749		
8.2 Seminar / laborator	Metode de predare	Observații

1. Prezentarea cerințelor și introducere în arhitectura unui cluster paralel	Conversația, dezbateră, studii de caz	Seminarul/laboratorul este organizat din 2 în 2 săptămâni, în seminarii de 2 ore lungime pe parcursul a 7 săptămâni
2. Arhitectura hardware și software a unui cluster paralel	Conversația, dezbateră, studii de caz	
3. Construirea și instalarea unui cluster paralel	Conversația, dezbateră, studii de caz	
4. Configurarea unui cluster paralel	Conversația, dezbateră, studii de caz	
5. Întreținerea unui cluster	Conversația, dezbateră, studii de caz	
6. Depanarea și monitorizarea clusterelor	Conversația, dezbateră, studii de caz	
7. Evaluarea finală a activității de seminar/laborator	Conversația, dezbateră, studii de caz	
Bibliografie Studentii, organizați în echipe de câte 4 sau 5 membri, vor trebui să construiască, să instaleze, să configureze, să întrețină, să monitorizeze și să depaneze un cluster paralel Linux. Conceptele cheie pentru atingerea acestor obiective sunt prezentate în timpul orelor de curs și sunt disponibile și în bibliografia cursului (a se vedea mai sus).		

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

- Cursuri cu conținut similar sunt predate studenților la universități importante din întreaga lume, precum: Princeton, Berkeley, MIT.
- Conținutul cursului este considerat foarte important în contextul actual al nevoii crescute de putere de calcul pentru știința computațională, inteligența artificială, aplicațiile interdisciplinare sau aplicațiile comerciale, în contextul costului ridicat și a accesibilității scăzute a supercalculatoarelor tradiționale.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Cunoașterea conceptelor cheie legate de arhitectura unui sistem cluster paralel	Examen scris	30%
10.5 Seminar/laborator	Cunoașterea modului de implementare, instalare, întreținere, depanare și monitorizare a unui cluster paralel	Prezentare pe o temă legate de clusterelor de înaltă performanță	30%
		Rezolvarea temelor primite în timpul semestrului	30%
		Din oficiu	10%
10.6 Standard minim de performanță			
Minim nota 5 (pe o scară de la 1 la 10) atât la examenul scris din sesiune cât și pe activitatea de seminar desfășurată în timpul semestrului.			

11. Etichete ODD (Obiective de Dezvoltare Durabilă / Sustainable Development Goals)²

² Păstrați doar etichetele care, în conformitate cu [Procedura de aplicare a etichetelor ODD în procesul academic](#), se potrivesc disciplinei și ștergeți-le pe celelalte, inclusiv eticheta generală pentru *Dezvoltare durabilă* - dacă nu se aplică. Dacă nicio etichetă nu descrie disciplina, ștergeți-le pe toate și scrieți "Nu se aplică".

Nu se aplică.

Data completării:
14.04.2025

Semnătura titularului de curs
Conf. dr. Darius-Vasile BUFNEA

Semnătura titularului de seminar
Conf. dr. Darius-Vasile BUFNEA

Data avizării în departament:
...

Semnătura directorului de departament
Conf. dr. Adrian STERCA