

## **Prezentarea programului de studii de masterat “Sisteme de Calcul Paralele și Distribuie” (SCPD)**

### **1 Misiunea programului SCPD**

**Grupuri țintă** (potențialii candidați vizați de programul de master).

Absolvenți ai ciclului de licență de la specializările: Calculatoare, Tehnologia informației, Ingineria informației, Automatica și informatica aplicată, Matematica și informatica aplicată în inginerie (toate de la Științe ingineresti), Matematica informatică, Informatica și Informatica aplicată (de la Științe exacte), cât și studenți din alte țări care doresc fie urmărirea unei cariere în cercetare fie obținerea de poziții cheie în companii de prestigiu din țară și străinătate

Programul de studii universitare de masterat “**Sisteme de Calcul Paralele și Distribuie**” (SCPD) își asumă misiunea de a pregăti specialiști în domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației, capabili de a utiliza cunoștințe științifice și tehnice pentru a putea susține inovarea în domeniul sistemelor distribuie pe scară foarte largă. În particular, programul are drept misiune specializarea absolvenților de învățământ superior tehnic în domeniul sistemelor paralele și distribuie.

Programul de masterat “Sisteme de Calcul Paralele și Distribuie” (SCPD) formează specialiști cu pregătire superioară pentru învățământ, știință, și activități economice într-un domeniu de vârf și cu țintă pe termen lung. În concordanță cu politica generală a universității, programul pregătește specialiști pentru integrarea rapidă pe piața muncii, care vor contribui decisiv la dezvoltarea în România a societății informaționale și a societății cunoașterii. Absolvenții vor fi capabili să ofere soluții complexe care vizează atingerea unor performanțe foarte înalte și cu un nivel de adaptabilitate ridicat, răspunzând astfel cerințelor de calitate din ce în ce mai mari ale utilizatorilor.

Programul se adresează în principal studenților absolvenți ai ciclului de licență dintr-o facultate de profil din domeniu dar poate fi urmat și de studenți absolvenți ai unor facultăți cu profil apropiat (de exemplu facultăți cu profil de electronică și telecomunicații), cursurile la alegere oferind posibilitatea selectării unor discipline care să completeze pregătirea de bază a absolvenților unui ciclu de licență dintr-un profil apropiat.

Programul de master are o componentă orientată spre cercetare, Știința Calculatoarelor fiind un domeniu de cercetare în continuă dezvoltare, bazat pe sistemele distribuie de scară largă și pe aplicații complexe. Studenții care vor urma cursurile acestui modul de master vor avea posibilitatea de a colabora cu instituții externe și cu parteneri din industrie pentru elaborarea lucrării finale de disertație.

### **2 Obiectivele programului**

Programul Master în Sisteme de Calcul Paralele și Distribuie are ca scop pregătirea specialiștilor în domeniul calculului de înaltă performanță. El beneficiază de o colaborare

strânsă cu Universitatea Liberă din Amsterdam și permite studenților să obțină o dublă diplomă de master. Astfel, după primul an de master în UPB, studenții pot aplica pentru continuarea studiilor cu cel de al doilea an la Universitatea Liberă din Amsterdam sau pot urma al doilea an la UPB. Acest lucru este posibil deoarece planurile de învățământ din cele două universități sunt compatibile. Programul vizează perfecționarea specialiștilor în conceperea, proiectarea, implementarea, evaluarea și perfecționarea sistemelor paralele și distribuite și a aplicațiilor acestora. Vor fi prezentate concepte, metode, algoritmi și instrumente performante, folosite în domeniul care experimentează, validează și promovează inovațiile ce conduc spre produsele de vârf ale științei și ingineriei calculatoarelor. Pregătirea masteranzilor urmărește în primul rând calificarea de foarte înalt nivel pentru specialiști care vor să abordeze o carieră de cercetare în universități, institute de cercetare sau în companii de specialitate care au laboratoare de cercetare și promovează inovarea.

Programul de Masterat în **“Sisteme de Calcul Paralele și Distribuite” (SCPD)** are ca scop oferirea cunoștințelor necesare pentru conceperea, proiectarea și dezvoltarea serviciilor software avansate care au la bază, pe de o parte, tehnologiile sistemelor distribuite răspândite pe scară largă (Internet și Web) și, pe de altă parte, metodele de proiectare a aplicațiilor bazate pe sisteme distribuite. Modulul vizează educarea unor specialiști cu înaltă pregătire într-un domeniu foarte actual și important pentru cercetarea în tehnologia informației, precum și pentru valorificarea inovării în companiile de profil implicate în dezvoltarea unor produselor informatice cu un grad ridicat de complexitate.

Sistemele de calcul paralele și distribuite pe scară largă constituie baza principalelor aplicații de TIC oferite utilizatorilor prin intermediul sistemelor distribuite pe scară largă (Internet și Web), care oferă capacități sporite de calcul, pe o scară largă de răspândire. Globalizarea, dezvoltarea sistemelor de calcul tradiționale pun întreținerea tradițională, administrația publică, instituțiile de învățământ și alte entități publice să abandoneze modelul de organizare centralizat pentru a se adapta la un model arhitectural distribuit și axat pe nevoile actuale ale clienților. Acest nou concept de relații dinamice și inovație centrată pe client necesită integrarea la nivel de afacere în ansamblu a proceselor, aplicațiilor și sistemelor la o scară fără precedent. Această integrare la nivel de afaceri este bazată pe arhitecturi de calcul paralele și distribuite.

Efectele benefice ale utilizării pe scară largă a tehnologiei informației și comunicațiilor la locul de muncă, în relația cu autoritățile și instituțiile publice, în viața de zi cu zi sunt de necontestat. Aceste efecte însă nu trebuie idealizate, atâta timp cât practica actuală a dovedit și existența a numeroase obstacole care pot diminua sau anula aceste efecte: imposibilitatea unor categorii sociale de a avea acces la noile servicii specifice societății informaționale, distorsiunile produse pe piața muncii, inadecvarea serviciilor/informațiilor oferite în raport cu interesele individuale sau de grup, lipsa de securitate și confidențialitate a informației, cu efecte nedorite asupra intimității vieții personale sau cu producerea de pierderi materiale importante, conținuturi informaționale periculoase la adresa moralei publice, eticii sociale sau a securității individuale.

O direcție majoră de cercetare pentru programul de master **“Sisteme de calcul paralele și distribuite” (SCPD)** o reprezintă aplicațiile științifice, dezvoltate în domeniul sistemelor de calcul paralele și distribuite. În această categorie aplicații adaptive, serviciile care înglobează inteligența și elementele de semantică, sistemele de colaborare și recomandare automată, sistemele de mari dimensiuni tolerante la defecte sunt principalele obiective ce trebuie considerate în cercetare. Dată fiind evoluția rapidă a domeniului sistemelor de calcul paralele și distribuite, programul pregătește masteranzii în vederea identificării noilor provocări, găsirii metodelor și instrumentelor potrivite de soluționare, analiză și îmbunătățire a performanțelor acestor sisteme.

### **3 Competențe profesionale și transversale**

Competențele profesionale și transversale, definite conform Cadului Național al Calificărilor, pentru modulul de master **“Sisteme de Calcul Paralele și Distribuite” (SCPD)** sunt următoarele:

#### **Competențe profesionale**

- C.1. Operarea cu concepte și metode științifice în calculatoare și tehnologia informației.
- C.2. Modelarea și implementarea de software de înaltă performanță.
- C.3. Dezvoltarea și proiectarea sistemelor paralele și distribuite
- C.4. Soluționarea problemelor folosind instrumentele științei calculatoarelor în sisteme paralele și distribuite.
- C.5. Analiza și evaluarea sistemelor de calcul paralele și distribuite.
- C.6. Cercetare științifică în domeniul sistemelor paralele și distribuite.

#### **Competențe transversale**

- CT.1. Comportarea onorabilă, responsabilă, etică, în spiritul legii, pentru a asigura reputația profesiei.
- CT.2. Preluarea diferitelor roluri în echipe de proiect și descrierea clară și concisă, verbală și în scris, în limba română și una internațională, a rezultatelor domeniilor de activitate.
- CT.3. Demonstrarea spiritului de creativitate, inițiativă și acțiune, pentru actualizarea cunoștințelor profesionale, economice și de cultură organizațională.

### **4 Plan de învățământ**

Programul de master **“Sisteme de Calcul Paralele și Distribuite” (SCPD)** conține discipline ingineresti de specialitate din domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației, care vizează educarea unor specialiști cu înaltă pregătire într-un domeniu foarte actual și important pentru cercetarea în calculatoare și tehnologia informației, precum și pentru valorificarea inovării în companiile de profil implicate în dezvoltarea unor produselor informatice cu un grad ridicat de complexitate. Programul se desfășoară în limba engleză.

Planurile de învățământ ale programului de studii universitare de master sunt prezentate în Anexa III.1.a– Planul de învățământ. Acestea au fost întocmite în concordanță cu Hotărârea de Guvern privind organizarea și desfășurarea studiilor universitare de masterat, în concordanță cu Metodologia de evaluare externă elaborată de ARACIS, în concordanță cu standardele specifice pentru programele de studii din domeniul fundamental ”Științe ingineresti” și cu reglementările stabilite de Senatul UPB.

Programul este organizat pe 4 semestre a câte 14 săptămâni:

- 3 semestre cu activitate didactică, 16 ore didactice pe săptămână și 12 ore de activitate individuală de cercetare;
- un semestru pentru cercetare și elaborarea lucrării de dizertație cu 16 ore de cercetare pe săptămână și 12 ore pe săptămână pentru elaborarea lucrării de dizertație.

Disciplinele la alegere pot fi luate dintre disciplinele obligatorii ale celorlalte programe de master în domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației, organizate de facultate. Se recomandă însă studenților, cu prioritate, alegerea anumitor discipline în fiecare semestru (câte 2 discipline recomandate pentru fiecare curs la alegere). Cu acordul coordonatorului de program, disciplinele la alegere pot fi luate și din programe înrudite, inclusiv programe din străinătate în cadrul mobilităților studenților, cu respectarea numărului de credite.

Modul de evaluare la fiecare disciplină în parte ține cont de misiunea asumată, de cunoștințele și competențele însușite în urma parcurgerii disciplinei respective.

Activitățile de cercetare științifică din fiecare semestru se încheie cu un raport de cercetare și o verificare care implică prezentarea raportului de cercetare individual și a rezultatelor obținute în activitatea de cercetare. În activitatea de cercetare, studenții pot lucra la o temă fie individual, fie în echipă. Îndrumătorii temelor de cercetare sunt cadrele didactice implicate în program, în special conducătorii de doctorat. În multe cazuri, temele de cercetare sunt legate de granturi de cercetare ale cadrelor didactice implicate în program.

Cod	Tip Disciplina <sup>1</sup>	Disciplina	Se m	C	S	L	P	P C	Eval uare (E/V/P)	Nu mar tota l ore	Ore pregati re individ uala
UPB.03.M 1.O.05-01	C	Programare Paralelă	I	2		2		6	E	15 6	114
UPB.03.M 1.O.05-02	S	Securitatea Calculatoarelor și Rețelelor	I	2			2	6	E	15 6	100
UPB.03.M 1.O.05-03	S	Sisteme de Operare (practic)	I	2			2	6	E	15 6	100
UPB.03.M 1.O.05-04	C	Metode și Algoritmi de Planificare	I	2		1		6	E	15 6	114
		<b>Total activități didactice: 15 ore</b>	<b>I</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>		<b>62</b>	<b>428</b>

<sup>1</sup> S = Sinteza, C = Cunoastere Avansata

Universitatea POLITEHNICA din București – Programul de studiu de master  
Sisteme de Calcul Paralele și Distribuie (SCPD)

									4		4	
UPB.03.M 3.O.05-14	C	Cercetare științifică 12 x 14 ore	I	12			6	V	15	6	142	
		<b>Total puncte credit</b>	<b>I</b>				<b>30</b>		<b>780</b>	<b>570</b>		
UPB.03.M 2.O.05-05	C	Sisteme Distribuie	II	2		2	6	E	15	6	100	
UPB.03.M 2.O.05-06	S	Calcul Cluster și Grid	II	2		1	6	E	15	6	114	
UPB.03.M 2.O.05-07	C	Algoritmi Distribuți	II	2		1	6	V	15	6	114	
UPB.03.M 2.O.05-08	S	Disciplina la alegere	II	2		2	6	E	15	6	100	
		<b>Total activități didactice: 15 ore</b>	<b>II</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>62</b>	<b>4</b>	<b>428</b>	
UPB.03.M 3.O.05-14	C	Cercetare științifică 12 x 14 ore	II	12			6	V	15	6	142	
		<b>Total puncte credit</b>	<b>II</b>				<b>30</b>		<b>780</b>	<b>570</b>		
UPB.03.M 3.O.05-09	C	Metode Avansate în Sisteme Distribuie	II I	2		2	6	E	15	6	100	
UPB.03.M 3.O.05-10	C	Metode Avansate în Securitatea Calculatoarelor și Rețelelor	II I	2		2	6	V	15	6	100	
UPB.03.M 3.O.05-11	S	Sisteme de Încredere	II I	2		2	6	E	15	6	114	
UPB.03.M 3.O.05-12	S	Disciplina la alegere	II I	2		2	6	E	15	6	100	
		<b>Total activități didactice: 16 ore</b>	<b>II I</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>62</b>	<b>4</b>	<b>428</b>	
UPB.03.M 3.O.05-14	C	Cercetare științifică 12 x 14 ore	II I	12			6	V	15	6	142	
		<b>Total activități didactice: 16 ore</b>	<b>II I</b>				<b>30</b>		<b>780</b>	<b>570</b>		
UPB.03.M 3.O.05-13	S	Elaborare lucrare de dizertație	I V			1	1	V	31	2	144	
UPB.03.M 3.O.05-14	C	Practica, Cercetare	I V			1	1	V	46	8	244	
		<b>Total: 28 ore</b>	<b>I V</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>78</b>	<b>0</b>	<b>388</b>	
		<b>Total activități didactice: 72 ore</b>		<b>2</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>90</b>	<b>2</b>	<b>90</b>	
				<b>4</b>		<b>2</b>	<b>0</b>					

<sup>1</sup> S = Sinteza, C = Cunoaștere Avansată

## **5 Activitatea de cercetare în cadrul programului**

Studenții antrenați în program beneficiază de un mediu de cercetare stimulat și sunt antrenați în activități de cercetare fundamentală și aplicativă, inclusiv pe bază de granturi de cercetare, la nivel național și internațional. Cercetarea în Catedra de Calculatoare se orientează pe o serie de direcții prioritare, printre care menționăm: sisteme bazate pe Grid pentru rezolvarea problemelor complexe, sisteme distribuite pe scară largă, sisteme cloud computing, sisteme peer to peer, sisteme distribuite cu arhitectura bazată pe evenimente, sisteme distribuite mobile.

Planul de cercetare al modului de masterat **“Sisteme de Calcul Paralele și Distribuie” (SCPD)** se încadrează în aceste direcții prioritare de cercetare ale catedrei, cu focus pe middleware pentru sisteme distribuite pe scară largă. Tematica specifică de cercetare este, evident, corelată cu diferitele granturi de cercetare la nivel național și internațional câștigate de cadrele didactice implicate în program. Menționăm câteva exemple:

PLANIFICAREA DESCENTRALIZATA IN MEDII GRID BAZATA PE ARHITECTURA SERVICIILOR WEB, TEMA NR. 18 ANEXA 1a Contract CNCIS, Cod 512, 2007-2008, Prof. Valentin Cristea

PEGAF - Platformă experimentală Grid pentru dezvoltarea de aplicații orientate pe fluxuri de activități cu alocarea dinamică a resurselor, PN-2 Programul 4 Parteneriate în domenii prioritare, 2007-2011, Contract nr. 11064-1 / 21.09.2007, Prof. Valentin Cristea

MODEL ARHITECTURAL PENTRU ASIGURAREA FIABILITATII SISTEMELOR COMPUTATIONALE DE MARI DIMENSIUNI, proiect de cercetare exploratorie PN-II-ID-PCE, 2008 – 2011, Prof. Valentin Cristea

EGEE-III, Enabling Grid for E-Science, proiect FP-7, No. 222667, 2008 - 2010, Prof. Valentin Cristea, Prof. Nicolae Țăpuș

SeeGRID-Sci, SEE-GRID eInfrastructure for regional eScience, proiect FP-7, 2008 - 2010, Prof. Valentin Cristea, Prof. Nicolae Țăpuș

“Visualisation et contrôle à distance pour une plate-forme de partage de données sur grille basée sur des techniques pair à pair”, Proiect comun UPB – IRISA – Franta, 2008 - 2009, Prof. Valentin Cristea.

MEDIOGRID – Prelucrarea grafică paralelă și distribuită pe structura Grid a datelor geografice și de mediu, Contract nr. 19CEEX I03/2005, act adițional nr. 1/2008, Prof. Valentin Cristea

Menținerea excelenței în cercetare este una din prioritățile Catedrei de Calculatoare, cercetarea științifică fiind orientată pe proiecte și programe naționale, europene și internaționale. Colectivul Catedrei de Calculatoare se mândrește cu rezultate recunoscute pe plan internațional în domenii precum sisteme distribuite, calcul științific, inteligența artificială și multe altele. Activitatea de cercetare din catedră se desfășoară în cadrul unor laboratoare și grupuri de cercetare care aparțin Centrului Național de Tehnologie Informației.

Centrul Național de Tehnologie Informației (CNTI) este parte a Universității Politehnica din București și este condus de către Catedra de Calculatoare. Misiunea centrului este de a promova activități de cercetare avansată și inter-disciplinară, de a dezvolta noi paradigme și direcții de colaborare între cercetătorii din domeniul Tehnologiei Informației și cercetători din

alte domenii, de a dezvolta potențialul uman prin programe educaționale adresate absolvenților Facultății de Automatică și Calculatoare (Master, Doctorat, etc.), de a dezvolta o „cultură” locală în domeniul calculului de înaltă performanță și de a oferi comunităților academice și din industrie din România accesul local și la distanță la o infrastructură puternică de calcul. CNTI dezvoltă proiecte de cercetare, la nivel național și internațional, în colaborare cu centre și instituții similare. El are parteneriate și cu companii de profil în care facilitează inovarea și transferul de tehnologie avansată.

Centrul Național de Tehnologia Informației include un număr de laboratoare de cercetare și predare, rezultate ca urmare a diverselor proiecte de cercetare în care membrii acestuia au fost și sunt implicați, a unor colaborări cu parteneri din industria IT precum IBM, CISCO, HP, Microsoft, ICL, Oracle, Motorola, etc., și a transferul tehnologic între Centru și partenerii din industrie:

- *Laboratorul CoLaborator* - cercetări avansate și interdisciplinare în domeniul Calculului de Înaltă Performanță (HPC - High Performance Computing), promovând în acest scop un nou model de cooperare între specialiștii în știința calculatoarelor, în calculul științific și în alte domenii de cercetare;
- *Laboratorul de Sisteme distribuite și Grid* - proiecte de cercetare în domeniul sistemelor distribuite de scară largă în cadrul unei colaborări între California Institute of Technology din SUA, Organizația Europeană pentru Cercetări Nucleare (CERN) din Elveția și Universitatea Politehnica din București;
- *Laboratorul e-Business & e-Government* - rezultatul unei colaborări între IBM și Catedra de Calculatoare care vizează dezvoltarea îndeosebi a unor proiecte de cercetare în domeniul e-Business și e-Government;
- *Laboratorul CANTI de Sisteme de calcul și tehnologia informației* – cercetare și formare la nivel de Master și doctorat în sisteme distribuite și arhitecturi orientate pe servicii, sisteme și aplicații bazate pe tehnologie Grid, inteligența artificială și agenți inteligenți, sisteme bazate pe cunoștințe și e-Learning;
- *Centrul de inovare Microsoft* - facilitarea accesului studenților la tehnologiile Microsoft în cadrul programului MSDN Academic Alliance.
- *Alte laboratoare și grupuri de cercetare ale centrului* se pot menționa: Laboratorul Tehnologii și soluții Oracle, Laboratorul Rețele de calculatoare (CISCO, HP), Laboratorul Freescale pentru instrumente integrate de dezvoltare pentru procesoarele Freescale, Laboratorul UPB-UTI de prelucrarea cunoștințelor, Laboratorul IXIA pentru sisteme de testare a performanțelor rețelelor și serviciilor, Laboratorul CCS – Compact Computer Systems.

Printre temele majore de cercetare ale CNTI, teme care se desfășoară în cadrul laboratoarelor menționate, amintim: servicii distribuite pentru agregarea și regăsirea informației, modele de reprezentarea a datelor și resurselor în sisteme distribuite, actualizarea automată a informațiilor în baze de date distribuite, managementul în Sisteme Distribuite auto-adaptive, mecanisme de orchestrare și configurare pentru servicii în sisteme distribuite de mari dimensiuni, servicii de contextualizare pentru dispozitive mobile, mecanisme de asigurare a încrederii datelor schimbate în medii mobile, soluții de agregare a informațiilor de vizualizare

a datelor geografice, sisteme colaborative sigure in medii de tip Cloud, acces sigur la resurse in sisteme Cloud.

În concluzie, programul de studii universitare de masterat “**Sisteme de Calcul Paralele și Distribuite**” (SCPD) oferă absolvenților o pregătire științifică și tehnică avansată, de calitate și competitivă, este perfect încadrat în politica Universității POLITEHNICA din București, atât din punct de vedere al conținutului și structurii, cât și din punct de vedere al aptitudinilor, competențelor dobândite și deschiderii naționale și internaționale oferite studenților. Absolvenții acestui program vor fi capabili de o integrare rapidă pe piața muncii și de ocuparea unor poziții cheie în industrie sau poziții în învățământ și cercetare.