

## Procese stocastice

### 1. Date despre unitatea de curs/modul

<b>Facultatea</b>	Calculatoare, Informatică și Microelectronică				
<b>Departamentul</b>	Informatică și Ingineria Sistemelor				
<b>Ciclul de studii</b>	Studii superioare de licență, ciclul I				
<b>Programul de studiu</b>	0612.1 Calculatoare și rețele				
<b>Anul de studiu</b>	<b>Semestrul</b>	<b>Tip de evaluare</b>	<b>Categoria formativă</b>	<b>Categoria de opționalitate</b>	<b>Credite ECTS</b>
II (învățământ cu frecvență); III (învățământ cu frecvență redusă)	3; 6	E	S – unitate de curs de specialitate	O - unitate de curs obligatorie	3

### 2. Timpul total estimat

Total ore în planul de învățământ	Din care				
	Ore auditoriale		Lucrul individual		
	Curs	Lucrări practice	Proiect de an	Studiul materialului teoretic	Pregătire aplicații
	învățământ cu frecvență				
90	30	15/0	-	30	15
	învățământ cu frecvență redusă				
90	12	6/0	-	48	24

### 3. Precondiții de acces la unitatea de curs/modul

Conform planului de învățământ	Pentru a atinge obiectivele cursului „ <i>Procese stocastice</i> ” studenții trebuie să posede abilități de: realizare a structurilor de date și elaborare a algoritmilor; să cunoască metode și modele matematice de calcul specifice; analiză a principiilor de funcționare a sistemelor de calcul și modalitatea de proiectare a diverse tipuri de structuri de calcul .
Conform competențelor	Competențe formate din cadrul următoarelor unități de curs prevăzute de planul de învățământ: „Matematica superioară”, „Matematici speciale”, „Structuri de date și algoritmi”.

### 4. Condiții de desfășurare a procesului educațional pentru

Curs	Pentru prezentarea materialului teoretic în sala de curs este nevoie de proiector și calculator. Nu vor fi tolerate întârzierile studenților, precum și convorbirile telefonice în timpul cursului.
Laborator/seminar	Studenții vor perfecta rapoarte conform condițiilor impuse de indicațiile metodice. Termenul de predare a lucrărilor de practice – până la următoarea lucrare practică. Pentru predarea cu întârziere a lucrării aceasta se depuncea cu 1 pct./ciclu de întârziere.

### 5. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<p><b>CPL 1. Proiectarea aplicațiilor</b></p> <p>K1 Tehnici de modelare a cerințelor și tehnici de analiză a nevoilor.</p> <p>K2 Metodele de dezvoltare a software-ului și argumentarea acestora (de exemplu, prototipuri, metode agile, retroinginerie etc.).</p> <p>K5 Limbajele pentru formalizarea specificațiilor funcționale.</p> <p>S2 Colectează, formalizează și validează cerințele funcționale și nefuncționale.</p> <p>S3 Aplică modele de estimare și date pentru a evalua costurile diferitelor faze ale ciclului de viață al software-ului.</p>
-------------------------	--

	<p>S4 Evaluează utilizarea prototipurilor pentru a sprijini validarea cerințelor.</p> <p><b>CPL 2. Proiectarea și dezvoltarea aplicațiilor</b></p> <p>K1 Programe/module software adecvate.</p> <p>K4 Tehnologiile de ultimă oră.</p> <p>K11 Tehnologia de modelare tehnică și limbaje.</p> <p>S3 Aplică arhitecturi software și/sau hardware adecvate.</p> <p>S6 Utilizează modele de date.</p> <p><b>CPL 5. Implementarea soluțiilor</b></p> <p>K1 Tehnici de analiză a performanței.</p> <p>K2 Tehnicile legate de gestionarea problemelor (funcționare, performanță, compatibilitate).</p> <p>S1 Organizează procesul de implementare și activitățile de lansare a produselor.</p> <p>S4 Identifică și angajează expertiza necesară pentru a rezolva problemele de interoperabilitate.</p>
--	--

### 6. Obiectivele unității de curs/modulului

Obiectivul general	Obținerea cunoștințelor teoretice și practice de modelare prin procese stocastice markoviene pentru analiza fenomenelor de așteptare ale proceselor de calcul cu aplicații distribuite; să fie capabil proiecteze aplicații de calcul cu fenomene de așteptare, oportune pentru producători ai produselor hardware și/sau software.
Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De a cunoaște, înțelege și folosi noțiunile de bază ale conceptelor lanțurilor Markov timp discret și timp continuu.</li> <li>- De a clasifica tipurile procesele stocastice ce apar la prelucrarea fluxurilor de date în sistemele de calcul și rețelele de calculatoare.</li> <li>- De a specifica și a descrie procese stocastice markoviene complexe prin compunerea unor procese stocastice mai simple.</li> <li>- Să aplice cunoștințele teoretice despre formalismul lanțurilor Markov și a sistemelor de așteptare la modelarea proceselor de calcul distribuite complexe.</li> <li>- Să fie capabil de a construi modele în baza lanțurilor Markov timp continuu ale fenomenelor de așteptare și a le analiza pentru evaluarea performanțelor sistemelor cu evenimente discrete ale diverselor procese de calcul concurent folosind CAD-uri specializate.</li> <li>- De a utiliza modele ale rețelelor cu sisteme de așteptare markoviene elementare ca mijloc important de modelare și analiză a fenomenelor de așteptare ale proceselor de calcul în rețele de calculatoare.</li> <li>- De a identifica, formula și soluționa probleme ingineresti cu fenomene de așteptare din diverse domenii, folosind metode de calcul și instrumente specifice de analiză.</li> </ul>

### 7. Conținutul unității de curs/modulului

Tematica activităților didactice	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redusă
Tematica prelegerilor		
Tema 1. Elemente introductive ale proceselor stocastice (PS). Clasificarea PS. Procese ergodice și staționare.	2	1
Tema 2. Lanțuri Markov în timp discret(LMTD). Metode de redare. Ecuațiile Kolmogorov. Clasificarea LMTD. Teorema de ergodicitate a LMTD. Distribuții staționare ale probabilităților de stare. Aplicații.	4	2

Tema 3. Lanțuri Markov în timp continuu (LMTC). Metode de redare și clasificare a LMTD. Matricea dinamică și ecuațiile Chapman-Kolmogorov. Distribuții staționare ale probabilităților de stare. Aplicații.	2	1
Tema 4. Elemente de teoria sistemelor de așteptare (SA). Definierea unui SA elementar. Schema generală de servire a cererilor. Clasificarea lui Kendall a SA. Analiza proceselor de “naștere” și “moarte” a cererilor într-un SA elementar: M/M/1/n/N/(FIFO, bloc.). Aplicații.	4	2
Tema 5. Rețele deschise cu SA: M/M/S model Jackson (ReSA <sub>J</sub> ) . Ecuațiile Chapman-Kolmogorov și soluția lor în regim staționar. Analiza indicatorilor de performanță ai ReSA <sub>J</sub> pentru cazuri particulare. Aplicații.	6	2
Tema 6. Sisteme de așteptare cu distribuții tip PH. Metoda etapelor. Distribuții hiperexponențiale de ordinul $k$ . Analiza SA multicanal: M/H <sub>k</sub> /S/n/N/(FIFO, bloc.). Distribuții Cox <sub>k</sub> și E <sub>k</sub> - Erlang de ordinul $k$ . Analiza SA: M/Cox <sub>k</sub> /S/n/N/(FIFO, bloc.) și M/E <sub>k</sub> /S/n/N/(FIFO, bloc.). Aplicații.	4	2
Tema 7. SA cu servire prioritară absolută și relativă. Analiza SA: $\bar{M}_k / \bar{M}_k / 1 pri.abs.$ Analiza SA: $\bar{M}_k / \bar{M}_k / 1 pri.relat.$ Aplicații. Analiza SA: GI/G/1. Formula Hintchine-Pollaczek. Aproximarea distribuțiilor generale prin distribuții Cox <sub>k</sub> și E <sub>k</sub> generalizată. Aplicații.	4	2
Tema 8. Rețele închise cu SA: M/M/S model Norton- Nowell J (ReSA <sub>N</sub> ). Ecuațiile Chapman-Kolmogorov și soluționarea lor în regim staționar. Analiza indicatorilor de performanță ai ReSA <sub>N</sub> pentru cazuri particulare. Aplicații.	4	-
<b>Total prelegeri:</b>	<b>30</b>	<b>12</b>

<b>Tematica lucrărilor de laborator/seminarelor</b>		
Lucrarea practică nr. 1. <i>Elaborarea algoritmilor, soluționarea ecuațiilor Kolmogorov și evaluare a caracteristicilor numerice de performanță ale Lanțurilor Markov în timp discret, descrise prin grafuri orientate ponderate.</i>	4	3
Lucrarea practică nr. 2. <i>Elaborarea algoritmilor funcționării și evaluarea caracteristicilor numerice de performanță ale sistemelor de așteptare SA: M/M/S/n/N/(FIFO, bloc).</i>	4	3
Lucrarea practică nr. 3. <i>Elaborarea algoritmilor funcționării și evaluarea caracteristicilor numerice de performanță ale sistemelor de așteptare cu distribuții tip fază PH<sub>k</sub>, SA: <math>\bar{M}_k / \bar{M}_k / n / N / (FiFo, blok)</math>.</i>	4	0
Lucrarea practică nr. 4. <i>Elaborarea algoritmilor funcționării și evaluarea caracteristicilor numerice de performanță ale sistemelor de așteptare cu priorități absolute și relative, SA: <math>\bar{M}_k / \bar{M}_k / n / N / (FiFo, blok)</math>.</i>	3	0
<b>Total lucrări de laborator/seminare:</b>	<b>30</b>	<b>6</b>

### 8. Referințe bibliografice

Principale	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bolch, G.; Greiner, S.; Meer, H.; Trivedi, K. S. Queueing Networks and Markov Chains: Modeling and Performance Evaluation with Computer Science Applications. John Wiley &amp; Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2006. - 869 p. Disponibil: <a href="http://ebooks.cawok.pro/Wiley.Interscience.Queueing.Networks.and.Markov.Chains">ebooks.cawok.pro/Wiley.Interscience.Queueing.Networks.and.Markov.Chains</a></li> <li>2. Guțuleac, E.; Moraru, V. Procesele stochastice. Considerații teoretice și aplicații. Ed. UTM, Chișinău, 2001. - 78 p.</li> <li>3. Guțuleac, E. Lanțuri și sisteme de așteptare. Ed. U.T.M., Chișinău, - 88 p. Disponibil pe site-ul <a href="http://www.calc.fcim.utm.md">www.calc.fcim.utm.md</a></li> <li>4. Iosifescu, M. Lanțuri Markov finite și aplicații. Ed. Tehnica, București, 1977. - 235 p.</li> <li>5. Matcovschi, M.-H. Lanțuri și sisteme de așteptare markoviene. Ed.: Gh. Asachi, Iași, 2003.-231 p.</li> </ol>
------------	--

	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Kleinrock, L. Queueing systems, vol.1 “Theory”, vol. 2 “Computer aplication”, Wley &amp; Sons, 1976. - 448 p.</li> <li>7. Robertazzi, T.G. Computer networks and systems: queuing theory and performance evaluation. Ed: Springer Verlag, New York, 1994. -275p.</li> <li>8. Ross, S., M. Stochastic Processes, 2nd edition. John Wiley&amp;Sons, 1996.</li> <li>9. Tijms, H.; A first course in stochastic models, Wiley, 2003.</li> <li>10. <a href="http://elth.ucv.ro/student1/Cursuri/Ciontu%20Marian/Fiabilitate/Curs%20Fiabilitate.pdf">http://elth.ucv.ro/student1/Cursuri/Ciontu%20Marian/Fiabilitate/Curs%20Fiabilitate.pdf</a></li> <li>11. <a href="https://www.dartmouth.edu/~chance/teaching_aids/books_articles/probability_book/Chapter11.pdf">https://www.dartmouth.edu/~chance/teaching_aids/books_articles/probability_book/Chapter11.pdf</a></li> <li>12. <a href="http://fazekas-andras-istvan.hu/9_11_markov_lancok/DFAI_MARKOV_CHAINS_02.pdf">http://fazekas-andras-istvan.hu/9_11_markov_lancok/DFAI_MARKOV_CHAINS_02.pdf</a></li> </ol>
Suplimentare	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Marinescu Gh., Rizzoli I. ș.a. Probleme de analiză numerică rezolvate cu calculatorul. Editura Academiei Republicii România, București, 1987.-264 p.</li> <li>2. Larionescu Dan. Metode numerice. Editura Tehnică, București, 1989. -224 p.</li> <li>3. Iorga N., Jora B. Programare numerică. Teora, București, 1996.-256 p.</li> <li>4. Brătianu C, Bostan V., Cojoclea L., Negreanu G. Metode numerice. Editura tehnică, București, 1996. -212p.</li> <li>5. Iorga V., Jora B., Nicolescu Cr., Lopătan I., Fătu I. Programare numerică. Editura Teora, București, 1996.-256p.</li> <li>6. Волков Е. А. Численные методы. М. Наука, 1982.</li> <li>7. Артамонов, Г. Т.; Брехов, О. М. Аналитические вероятностные модели функционирования ЭВМ, Москва: Энергия, 1978.</li> <li>8. Башарин, Г. П.; Бочаров П. П.; Коган Я. А. Анализ очередей в вычислительных сетях, Москва: Наука, 1989.</li> <li>9. Вентцель, Е.С.; Овчаров, Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения, Москва: Наука, 1991.</li> </ol>

### 9. Evaluare

Forma de învățământ	Periodică		Curentă	Lucrul individual	Examen final
	Atestarea 1	Atestarea 2			
Cu frecvență	15%	15%	15%	15%	40%
Cu frecvență redusă	25%			25%	50%
Standard minim de performanță					
Prezența și activitatea la prelegeri și lucrări de laborator Obținerea notei minime de „5” la fiecare dintre evaluări și lucrări de laborator					