

**ULB**

Ministerul Educației Naționale  
 Universitatea “Lucian Blaga” din Sibiu  
 Facultatea de Științe

**FIȘA DISCIPLINEI\*****1. Date despre program**

Instituția de învățământ superior	Universitatea Lucian Blaga din Sibiu
Facultatea	Științe
Departament	Matematica și Informatica
Domeniul de studiu	Informatica
Ciclul de studii	Master
Specializarea	Sisteme și tehnologii Informatică avansate

**2. Date despre disciplină**

Denumirea disciplinei	<b>Limbaje de programare cuantice</b>			
Codul cursului	Tipul cursului	An de studiu	Semestrul	Număr de credite
38061002007	O	1	2	7
Tipul de evaluare	Categorhia formativă a disciplinei (DF=fundamentală.; DD=domeniu; DS=specialitate; DC=complementară)			
Examen	Examen scris+Proiect			
Titular activității curs	Lector univ.dr. NEAMTU Iosif Mircea			
Titular activității seminar / laborator/ proiect	Lector univ.dr. NEAMTU Iosif Mircea			

**3. Timpul total estimat**

Extinderea disciplinei în planul de învățământ – număr de ore pe săptămână				
Curs	Seminar	Laborator	Proiect	Total
1	-	2	-	<b>3</b>
Extinderea disciplinei în planul de învățământ – Total ore din planul de învățământ				
Curs	Seminar	Laborator	Proiect	Total ( $NOAD_{sem}$ )
14	-	28	-	<b>42</b>

Distribuția fondului de timp pentru studiu individual		Nr.ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe		30
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren		30
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri		57
Tutoriat:		14
Examinări:		2
Total ore alocate studiului individual ( $NOSI_{sem}$ )		133
<b>Total ore pe semestru (<math>NOAD_{sem} + NOSI_{sem}</math>)</b>		<b>175</b>

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

De curriculum	
De competențe	



# ULB

Ministerul Educației Naționale  
Universitatea "Lucian Blaga" din Sibiu  
Facultatea de Științe

## 5. Condiții (acolo unde este cazul)

De desfășurare a cursului	
De desfășurare a sem/lab/pr	

## 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	Familiarizarea cu Limbajele de programare care exprimă semantica unui proces de calcul într-o manieră abstractă cu posibilitatea de a genera automat o secvență de operații elementare capabila in a controla calculatorul.
Competențe transversale	

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

Obiectivul general al disciplinei	Familiarizarea cu Limbajele de programare care exprimă semantica unui proces de calcul într-o manieră abstractă generand automat o secvență de operații elementare pentru a controla calculatorul.
Obiectivele specifice	Familiarizarea cu limbaje ca: QCL (Quantum Computation Language), Q language, Quantum Superpositions, QuBit, Quantum Entanglement, Q-gol, Quantum Fog, QDD și Quantum Lambda Calculus, F*.

## 8. Conținuturi

Curs		Nr. ore
Curs 1-2	Modelul cuantic. Hardware cuantic, algoritmi cuantici, limbaj de programare cuantică.	2
Curs 3-4	Modelul matematic pentru descrierea legilor fizicii cuantice (modelul operatorilor unitari, modelul matricei de densitate și calculul lambda cuantic).	2
Curs 5-6	Limbajul QCL (Quantum Computation Language). Caracteristicile limbajului QCL.	2
Curs 7-8	Exemple de reprezentari a starii cuantice: sub formă de numere complexe, rețele Bayesiene (Quantum Fog, Qubiter), diagrame binare de decizie (QDD).	2
Curs 9-10	Simularea calculatoarelor cuantice cu un număr arbitrar de qubiți. Stocarea vectorilor bazei cu amplitudine non-zero.	2
Curs 11-12	Structura unui program QCL. Instrucțiuni, expresii, opera-tori, functii, blocuri, proceduri, subrutine, comentarii.	2
Curs 13-14	Algorimi cuantici: Algoritmul Deutsch, Algoritmul Deutsch-Jozsa, Bernstein-Vazirani, algoritmul Simon pentru n=2, n=3, Algoritmul lui Grover, Algoritmul lui Shor.	2
<b>Total ore curs:</b>		<b>14</b>
Seminar/Laborator		Nr. ore
Sem 1-2	Limbaje de programare pentru calculatoare cuantice (F*). Compilatoare cuantice. Simulatoare de circuite cuantice (simulatoare la nivel de porți cuantice). Software care simulează modele pentru realizarea fizică a calculatoarelor cuantice.	4
Sem 3-4	Modelul matematic pentru descrierea legilor fizicii cuantice (modelul operatorilor unitari, modelul matricei de densitate și calculul lambda cuantic). Notiunea de qubit. Exemple.	4
Sem 5-6	Simulatoare pur pedagogice. Simulatoare ce folosesc calculul paralel si distribuit.	4
Sem 7-8	Limbaje de programare pentru calculatoare cuantice. Limbajul QCL (Quantum Computation Language). Stabilirea proiectului individual.	4



# ULB

Ministerul Educației Naționale

Universitatea "Lucian Blaga" din Sibiu  
Facultatea de Științe

Sem 9-10	Caracteristici, structura, expresii, tipuri de date. Operatori, functii, registri si expresii cuantice, instructiuni, blocuri, subrutine.	4
Sem 11-12	Proceduri, operatori, functii cuantice, matrice, <i>Rotația unui qubit</i> , <i>Poarta Hadamard</i> , <i>Poarta Conditional Phase</i> .	4
Sem 13-14	Implementarea în QCL a algoritmilor cuantici. Prezentarea Proiectului.	4
<b>Total ore seminar/laborator</b>		<b>28</b>

### Metode de predare

La curs se va folosi expunerea, explicatia, exemplificarea si conversatia frontala. Se foloseste videoproiectorul pentru exemplificari.	La orele de laborator se va folosi explicatia, exemplificarea, invatarea prin descoperire.	
---	--	--

### Bibliografie

Referințe bibliografice recomandate	<ul style="list-style-type: none"><li>• H. De Raedt, K. Michielsen. Handbook of theoretical and computational nanotechnology, volume 3, <i>Computational Methods for Simulating Quantum Computers</i>, American Scientific Publisher, Los Angeles, 2006. arXiv:quant-ph/0406210;</li><li>• Ilie Ivanov, <i>Capitole fundamentale ale fizicii moderne: vol.1 – fizica cuantica</i>, Universitatea Politehnica Bucuresti, ISBN: 973-685-069-2, Matrix Rom, C.P. 16 – 162, 062510 – BUCUREȘTI;</li><li>• Viktor Schawberger, <i>Inteligenta si dinamica energiei</i>, Editura Vidia, Pag: 376, I.S.B.N.: 978-606-8414-24-9, Trad: Monica Secetă, Titlul original: <i>The Energy Evolution: Harnessing Free-Energy from nature</i>, Martie 2014;</li><li>• B. Ömer, <i>Quantum programming in qcl</i>, Master's thesis, TU Vienna, 2000, <a href="http://tph.tuwien.ac.at/oemer/doc/qpuprog.pdf">http://tph.tuwien.ac.at/oemer/doc/qpuprog.pdf</a>;</li><li>• B. Ömer, <i>Structured Quantum Programming</i>, PhD thesis, TU Vienna, 2003, <a href="http://tph.tuwien.ac.at/oemer/-doc/structqpuprog.pdf">http://tph.tuwien.ac.at/oemer/-doc/structqpuprog.pdf</a>;</li><li>• D. Deutsch, <i>Quantum theory, the Church-Turing principle and the universal quantum computer</i>, Proceedings of the Royal Society of London A 400, pp. 97-117, 1985;</li><li>• D. Deutsch, <i>Quantum computational networks</i>, Proceedings of the Royal Society of London, A425, pp. 73–90, 1989;</li><li>• D. Deutsch, R. Jozsa, <i>Rapid Solution of Problems by Quantum Computation</i>, Proceedings of Royal Society of London. Vol. 439A, pp. 439-553, 1992.</li></ul>	
	Referințe bibliografice suplimentare	<ul style="list-style-type: none"><li>• P.W. Shor, <i>Algorithms for Quantum Computing: Discrete Logarithm and Factoring</i>, Proceedings of 35th Annual Symposium on Foundations of Computer Science, pp. 124-134, 1994</li></ul>
		<ul style="list-style-type: none"><li>• D. Unruh. <i>Quantum Programming Languages</i>. Informatik - Forschung und Entwicklung, vol. 21, no. 1, pages 55–63, 2006</li></ul>
		<ul style="list-style-type: none"><li>• S. Bettelli, T. Calarco, L. Serafini. <i>Toward an architecture for quantum programming</i>, The European Physical Journal D - Atomic, Molecular, Optical and Plasma Physics, vol. 25, no. 2, pages 181–200, 2004.</li></ul>



# ULB

Ministerul Educației Naționale

Universitatea "Lucian Blaga" din Sibiu

Facultatea de Științe

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

Se realizează prin contacte periodice cu aceștia în vederea analizei problemei.

## 10. Evaluare

Tip activitate	Criterii de evaluare	Metode de evaluare	Pondere în nota finală	Obs. **
Curs	Proiect	Condiționează participarea la examen	40.00%	
	Examen	Condiționează evaluarea finală	40.00%	
Laborator	Activități aplicative	1. Teme/pondere = 5 % 2. Referate/pondere = 10% 3. Lucrări practice = 10%	20.00%	
	Examen parțial			

Standard minim de performanță: Capacitatea de a înțelege și manipula semnificația unui proces de calcul într-o manieră abstractă generând automat o secvență de operații elementare pentru a controla calculatorul.

(\*) Fișa disciplinei cuprinde componente adaptate persoanelor cu dizabilități, în funcție de tipul și gradul acestora.

(\*\*) CPE – condiționează participarea la examen; nCPE – nu condiționează participarea la examen; CEF - condiționează evaluarea finală;

Data completării: 14/07/2018

Data avizării în Departament: 28.09.2018

	Grad didactic, titlul, prenume, numele	Semnătura
Titular disciplină	Lector univ.dr. Mircea Iosif NEAMTU	
Director de departament	Prof.univ.dr. Mugur ACU	