

## FIȘA DISCIPLINEI

Tehnici de calcul cuantice cu aplicații în criptografie și IA

Anul universitar 2026-2027

### 1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea Babeș-Bolyai
1.2. Facultatea	Facultatea de Matematică și Informatică
1.3. Departamentul	Informatică
1.4. Domeniul de studii	Informatică
1.5. Ciclu de studii	Licență
1.6. Programul de studii / Calificarea	Informatică
1.7. Forma de învățământ	Cu frecvență

### 2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	Tehnici de calcul cuantice cu aplicații în criptografie și IA	Codul disciplinei	MLE5216		
2.2. Titularul activităților de curs	Lector Univ. dr. Mihoc Tudor Dan				
2.3. Titularul activităților de seminar	Lector Univ. dr. Mihoc Tudor Dan				
2.4. Anul de studiu	6	2.5. Semestrul	2	2.6. Tipul de evaluare	Colocviu
2.7. Regimul disciplinei	Opțional	2.8. Tipul disciplinei	Disciplină de specializare (DS)		

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	5	din care: 3.2. curs	2	3.3. seminar/ laborator/ proiect	0/1/2
3.4. Total ore din planul de învățământ	60	din care: 3.5. curs	24	3.6 seminar/laborator	0/12/24
<b>Distribuția fondului de timp pentru studiul individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)</b>					<b>ore</b>
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe (AI)					24
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					20
Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					16
Tutoriat (consiliere profesională)					2
Examinări					3
Alte activități					0
<b>3.7. Total ore studiu individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)</b>				65	
<b>3.8. Total ore pe semestru</b>				125	
<b>3.9. Numărul de credite</b>				5	

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

4.1. de curriculum	Cunoștințe de bază de Analiză și Algebră liniară.
4.2. de competențe	Cunoștințe de bază de programare în Python.

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

5.1. de desfășurare a cursului	Proiector.
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului	Laborator cu calculatoare. Software: Anaconda, Python, Qiskit.

### 6.1. Competențele dobândite în urma absolvirii programului de studii (se preiau din planul de învățământ)<sup>1</sup>

Competențe profesionale	
Codul competenței	Competență
CP1	Programarea în limbaje de nivel înalt
CP4	Dezvoltarea și întreținerea aplicațiilor informatice
CP5	Utilizarea instrumentelor informatice în context interdisciplinar
Competențe transversale	
Codul competenței	Competență
CT2	Aplicarea regulilor de muncă organizată și eficientă, a unor atitudini responsabile față de domeniul didactic-științific, pentru valorificarea creativă a propriului potențial, cu respectarea principiilor și a normelor de etică profesională.
CT3	Desfășurarea eficientă a activităților organizate într-un grup interdisciplinar și dezvoltarea capacităților empatică de comunicare interpersonală, de relaționare și colaborare cu grupuri diverse; utilizarea unor metode și tehnici eficiente de învățare, informare, cercetare și dezvoltare a capacităților de valorificare a cunoștințelor.

### 6.2. Rezultatele învățării specifice programului de studii (se preiau din planul de învățământ)<sup>2</sup>

Rezultatele învățării vizate prin disciplină		
Codul competenței	Cunoștințe și înțelegere (Knowledge and understanding)	Abilități academice specifice (Specific academic skills)
CP1	Absolventul are cunoștințe necesare pentru utilizarea calculatoarelor, dezvoltarea programelor și aplicațiilor software, procesarea informațiilor.	Absolventul are aptitudinile necesare pentru conceperea programelor de calculator și analiza sistemelor software.
CP4	Absolventul are abilitatea de a dezvolta, proiecta și crea noi aplicații, sisteme sau produse folosind bunele practici din domeniu.	Absolventul este capabil să identifice probleme complexe și să examineze probleme conexe pentru a dezvolta opțiuni de rezolvare și implementa soluții.
CP5	Absolventul are cunoștințe legate de programare, matematică, inginerie și tehnologie și are abilitățile necesare pentru a le folosi în crearea de sisteme informatice complexe.	Absolventul este capabil să combine informații diverse pentru a formula soluții și genera idei de dezvoltare pentru noi produse și aplicații.
CT2	Absolventul are abilitatea de a înțelege și comunica eficient informațiile.	Aplică reguli de muncă organizată și eficientă, cu respectarea principiilor și normelor de etică profesională.
CT3	Absolventul are cunoștințele necesare pentru selectarea și utilizarea procedurilor potrivite de instruire pentru a facilita procesul de asimilare a cunoștințelor.	Absolventul este capabil să prezinte și să explice metodele, algoritmi, paradigmele și tehnicile folosite în diferite ramuri ale informaticii.

<sup>1</sup> Se vor prelua din Planul de învățământ al programului de studii acele competențe profesionale și/sau transversale la dezvoltarea cărora contribuie disciplina pentru care se elaborează fișa disciplinei. Pentru fiecare competență se va prelua întregul enunț, inclusiv codul competenței, cu formularea care apare în planul de învățământ, fără modificări. Dacă nu se preia nici o competență din oricare din cele două categorii, se șterge linia din tabel aferentă acelei categorii.

<sup>2</sup> Se menționează rezultatele învățării specifice programului de studiu la dezvoltarea cărora contribuie disciplina pentru care se elaborează fișa. Enunțurile, preluate fără modificări din Planul de învățământ în funcție de tipul disciplinei (DF/DS/DC) se trec în dreptul competenței asociate.

## 7. Rezultatele învățării specifice disciplinei

<b>Cunoștințe și înțelegere (Knowledge and understanding)</b>
1. Înțelegerea principiilor fundamentale ale calculului cuantic: qubiți, porți cuantice, circuite cuantice și sfera Bloch.
2. Cunoașterea algoritmilor cuantici de bază, precum Deutsch, Deutsch-Jozsa, Grover, Shor și transformata Fourier cuantică.
3. Înțelegerea aplicațiilor calculului cuantic în criptografie, criptografie post-cuantică și distribuția cheilor cuantice.
4. Cunoașterea conceptelor de bază din quantum machine learning: clusterizare, pattern recognition, clasificare, regresie și rețele neuronale cuantice.
<b>Abilități academice specifice (Specific academic skills)</b>
1. Implementarea circuitelor și algoritmilor cuantici în Python folosind instrumente precum Qiskit.
2. Analiza impactului calculului cuantic asupra criptografiei clasice și utilizarea conceptelor de QKD în scenarii simple.
3. Construirea și testarea unor aplicații elementare de calcul cuantic și quantum machine learning.

## 8. Conținuturi

<b>8.1 Curs</b>	<b>Metode de predare - învățare</b>	<b>Observații<sup>3</sup></b>
1. Introducere - premise matematice.	Expoziție; dialog; prezentare; expunere interactivă; demonstrație practică.	Activități cu suport vizual și exemple aplicative în Python/Qiskit.
2. Noțiuni fundamentale de calcul cuantic: qubiți și sfera Bloch.		
3. Porți cuantice. Circuite cuantice.		
4. Fenomenul de fază kick-back.		
5. Algoritmi de căutare cuantică.		
6. Algoritmul lui Shor.		
7. Criptografie cuantică și criptografie post-cuantică. Atacuri prin calcul cuantic asupra RSA.		
8. Distribuția cheilor cuantice (QKD). Zgomot în QKD și eavesdropper.		
9. Clusterizare în calculul cuantic.		
10. Quantum Pattern Recognition.		
11. Clasificarea cuantică.		
12. Regresia cuantică.		
<b>Bibliografie</b>		
1. Nielsen, Michael A., and Isaac Chuang. Quantum computation and quantum information, 2002. 2. Gisin, Nicolas, et al. Quantum cryptography. Reviews of Modern Physics 74.1 (2002): 145. 3. Yan, Song Yuan. Cryptanalytic attacks on RSA, 2007. 4. Bruß, Dagmar, and Norbert Lütkenhaus. Quantum key distribution: from principles to practicalities. Applicable Algebra in Engineering, Communication and Computing 10.4 (2000): 383-399. 5. Shor, Peter W. Polynomial-time algorithms for prime factorization and discrete logarithms on a quantum computer. SIAM Review 41.2 (1999): 303-332.		

<sup>3</sup> De exemplu aspecte organizatorice, recomandări pentru studenți, aspecte specifice legate de curs/seminar cum ar fi invitarea unor practicieni în domeniu etc.

6. P. Wittek, Quantum Machine Learning: What Quantum Computing Means to Data Mining, Academic Press, Elsevier, 2014.		
7. S. D. Sarma, D. Dong-Ling, and D. Lu-Ming, Machine learning meets quantum physics, arXiv:1903.03516, 2019.		
8.2 Seminar / laborator	Metode de predare - învățare	Observații
1. Generatoare cuantice de numere aleatoare.	Exemplu; implementarea algoritmilor; exerciții practice; proiecte individuale.	Lucrări practice în Python, Qiskit sau PennyLane și teme de laborator.
2. Transformata Fourier cuantică.		
3. Algoritmii lui Deutsch. Algoritmii lui Deutsch-Jozsa.		
4. Algoritmii de căutare al lui Grover.		
5. Algoritmii cuantici de factorizare.		
6. Algoritmii cuantici pentru logaritmi discreți.		
7. Rețele neuronale cuantice.		
1. Nielsen, Michael A., and Isaac Chuang. Quantum computation and quantum information, 2002.		
2. Gisin, Nicolas, et al. Quantum cryptography. Reviews of Modern Physics 74.1 (2002): 145.		
3. Yan, Song Yuan. Cryptanalytic attacks on RSA, 2007.		
4. Bruß, Dagmar, and Norbert Lütkenhaus. Quantum key distribution: from principles to practicalities. Applicable Algebra in Engineering, Communication and Computing 10.4 (2000): 383-399.		
5. Shor, Peter W. Polynomial-time algorithms for prime factorization and discrete logarithms on a quantum computer. SIAM Review 41.2 (1999): 303-332.		
6. P. Wittek, Quantum Machine Learning: What Quantum Computing Means to Data Mining, Academic Press, Elsevier, 2014.		
7. S. D. Sarma, D. Dong-Ling, and D. Lu-Ming, Machine learning meets quantum physics, arXiv:1903.03516, 2019.		

## 9. Evaluare

Tip activitate	9.1 Criterii de evaluare <sup>4</sup>	9.2 Metode de evaluare <sup>5</sup>	9.3 Pondere din nota finală
9.4 Curs	Studenții trebuie să fie capabili să exemplifice și să utilizeze concepte de bază și avansate ale calculului cuantic.	Colocviu	50%
9.5 Seminar/laborator	Studenții trebuie să fie capabili să implementeze algoritmii descriși în curs și discutați în cadrul demonstrațiilor din laboratoare.	Evaluarea temelor de laborator	50%
9.6 Standard minim de promovare			
Cel puțin nota 5 (pe o scală de la 1 la 10) pentru ambele tipuri de evaluare.			

<sup>4</sup> Criteriile de evaluare trebuie să reflecte direct rezultatele învățării vizate la nivel de program de studii, respectiv la nivel de disciplină. Mai concret, se evaluează achizițiile de învățare menționate în rezultatele anticipate ale învățării.

<sup>5</sup> Se recomandă stabilirea atât a metodelor de evaluare finală, cât și a strategiei de evaluare pe parcurs.

## 10. Etichete ODD (Obiective de Dezvoltare Durabilă / Sustainable Development Goals)<sup>6</sup>

	<input type="radio"/>	Eticheta generală pentru Dezvoltare durabilă						
<b>1</b> FĂRĂ SĂRĂCIE 	<b>2</b> FOAMETE „ZERO” 	<b>3</b> SĂNĂTATE ȘI BUNĂSTARE 	<b>4</b> EDUCATIE DE CALITATE 	<b>5</b> EGALITATE DE GEN 	<b>6</b> APĂ CURATĂ ȘI SĂNĂTATE 	<b>7</b> ENERGIE CURATĂ ȘI LA PREȚURI ACCESIBILE 	<b>8</b> MUNCĂ DECENTĂ ȘI CREȘTERE ECONOMICĂ 	<b>9</b> INDUSTRIE, INOVATIE ȘI INFRASTRUCTURĂ 
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
<b>10</b> INEGALITĂȚI REDUSE 	<b>11</b> ORAȘE ȘI COMUNITĂȚI DURABILE 	<b>12</b> CONSUM ȘI PRODUCȚIE RESPONSABILĂ 	<b>13</b> ACȚIUNE CLIMATICĂ 	<b>14</b> VIAȚĂ ACVATICĂ 	<b>15</b> VIAȚĂ TERESTRĂ 	<b>16</b> PACE, JUSTIȚIE ȘI INSTITUȚII EFICIENTE 	<b>17</b> PARTENERIATE PENTRU REALIZAREA OBIECTIVELOR 	Nu se aplică nici o etichetă
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Data completării:  
15.04.2025

Semnătura titularului de curs  
Lector Univ. dr. Mihoc Tudor Dan

Semnătura titularului de seminar  
Lector Univ. dr. Mihoc Tudor Dan

Data avizării în departament:  
...

Semnătura directorului de departament  
Conf.dr. Adrian STERCA

<sup>6</sup> Selectați o singură etichetă, cea care, în conformitate cu [Procedura de aplicare a etichetelor ODD în procesul academic](#), se potrivește cel mai bine disciplinei. Dacă disciplina tratează tema dezvoltării durabile la modul general (de ex. prin prezentarea/introducerea cadrului general al dezvoltării durabile etc.) atunci se poate alocă eticheta generală de Dezvoltare Durabilă. Dacă niciuna dintre etichete nu descrie disciplina, selectați ultima opțiune: „Nu se aplică nici o etichetă”.