

# FIȘA DISCIPLINEI

Anul universitar 2025-2026

## 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași
1.2 Facultatea	Inginerie Chimică și Protecția Mediului „Cristofor Simionescu” Construcții de mașini și management industrial
1.3 Departamentul	Ingineria și Managementul Mediului/Mașini unelte și scule
1.4 Domeniul de studii	Toate domeniile de doctorat
1.5 Ciclul de studii <sup>1</sup>	Doctorat
1.6 Programul de studii	-

## 2. Date despre disciplină

2.1.1 Denumirea disciplinei – (în limba română) (în limba engleză, conform Suplimentului la diplomă)	<b>Etică și integritate academică</b> <b>Ethics and Academic Integrity</b>						
2.1.2. Codul disciplinei							
2.2 Titularul/ titularii activităților de curs	Prof.univ.habil.dr.chim. Laura BULGARIU Prof.univ.dr.ing. Neculai Eugen SEGHEDEIN						
2.3 Titularul/ titularii activităților de aplicații (S, L, P, Pr)							
2.4 Anul de studii <sup>2</sup>	1	2.5 Semestrul <sup>3</sup>	2	2.6 Tipul de evaluare <sup>4</sup>	V	2.7 Tipul disciplinei <sup>5</sup>	DI

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	2	3.2 curs	2	3.3a sem.	-	3.3b laborator	-	3.3c proiect	-	3.3.d practică	
3.4 Total ore din planul de învățământ <sup>6</sup>	28	3.5 curs	28	3.6a sem.	-	3.6b laborator	-	3.6c proiect	-	3.6.d	-
Distribuția fondului de timp <sup>7</sup>										Nr. ore	
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe										30	
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren										25	
Pregătire seminarii/ laboratoare/ proiecte, teme, referate și portofolii										25	
Examinări <sup>8</sup>										4	
Alte activități:											
3.7 Total ore studiu individual <sup>9</sup>	80										
3.8 Total ore pe semestru <sup>10</sup>	108										
3.9 Numărul de credite	4										

## 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum <sup>11</sup>	
4.2 de rezultate ale învățării	

## 5. Condiții

5.1 de desfășurare a cursului <sup>12</sup>	Prezentare PowerPoint, materiale specifice
5.2 de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului <sup>13</sup>	-

## 6. Obiectiv general al disciplinei

Obiectivul acestei discipline este acela de a forma o înțelegere solidă a principiilor care guvernează activitatea de cercetare și responsabilitatea academică, prin dezvoltarea capacității de a identifica și preveni comportamentele neetice, precum plagiatul, fabricarea sau falsificarea datelor, manipularea rezultatelor ori utilizarea inadecvată a surselor, dar și prin cultivarea unei culturi a integrității, în care transparența, corectitudinea și responsabilitatea devin repere constante în activitatea profesională. Aceasta disciplină pune accent pe înțelegerea cadrului normativ național și

internațional, astfel încât doctoranzii să poată naviga cu încredere situațiile complexe care apar în procesul de cercetare/publicare/brevetare, și încurajează doctoranzii să dezvolte bune practici de citare, gestionare a datelor și colaborare, precum și să își asume rolul de promotori ai eticii și ai drepturilor de proprietate intelectuală în comunitatea academică.

## 7. Rezultatele învățării<sup>14</sup>

<b>Cunoștințe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Achiziționarea unor cunoștințe generale legate de principiile eticii profesionale în mediul academic și de proprietate intelectuală.</li> <li>- Înțelegerea detaliată a conținutului ghidului de etică și deontologie profesională al universității, precum și a ghidului pentru doctoranzi privind etica academică și drepturile de proprietate intelectuală..</li> <li>- Studiarea elementelor necesare pentru redactarea unei lucrări de cercetare științifică în vederea publicării într-o revistă științifică de prestigiu, sau a unui brevet de invenții.</li> </ul>
<b>Aptitudini</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formarea pentru aplicarea metodologiilor de cercetare științifică.</li> <li>- Analiza bazelor de date științifice.</li> <li>- Înțelegerea principiilor etice și de proprietate intelectuală aplicate în desfășurarea cercetării științifice.</li> </ul>
<b>Responsabilitate și autonomie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respectarea principiilor, normele de etică și de proprietate intelectuală în executarea corectă și la termen a sarcinilor profesionale, prin abordarea unei strategii de muncă riguroase, eficiente și responsabile în luarea deciziilor pentru rezolvarea problemelor;</li> <li>- Integrarea în grupul de lucru și utilizarea tehnicilor de relaționare și de muncă eficientă în echipe multidisciplinare;</li> <li>- Informarea și documentarea permanent în domeniul propriu de activitate prin utilizarea adecvată a metodelor și tehnicilor eficiente de învățare pe durata întregii vieți;</li> <li>- Elaborarea proiectelor și temelor.</li> </ul>

## 8. Metode de predare

În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri participative și dezbateri pe baza unor prezentări Power Point care vor fi puse la dispoziția doctoranzilor. Prezentările conțin imagini și schițe, astfel încât informațiile să fie ușor de înțeles și asimilat. Fiecare curs va debuta cu o scurtă recapitulare a noțiunilor parcurse la cursul anterior. Metoda de predare este bazată și pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea directă și indirectă a realității, dar și pe metode bazate pe acțiune (precum exercițiul, întrebări de cultura generală, etc.).

## 9. Conținuturi

9. 1. Curs <sup>15</sup>	Metode de predare	Timp alocat
<b>Partea a I-a</b>		
9.1.1. Etica și integritatea – Concepte. Scurt istoric al evoluției acestor concepte.	Expunere, prelegere, prezentare online – platforma GoogleMeet, discuții cu studenții	1 ore
9.1.2. Valori și principii etice în contextul integrității - componenta normativă și trăsăturile principiilor etice; tipuri de principii etice - teme etice în dezbaterile actuale (inegalitatea economică, corupția, discriminarea, responsabilitatea față de mediu, etc.)	Expunere, prelegere, prezentare online – platforma GoogleMeet, discuții cu studenții	1 ore
9.1.3. Etica și integritatea academică - conceptul de etică universitară, valori etice universitare - caracteristicile morale ale activităților universitare - integritatea în sistemul universitar - codul de etică și deontologie în universitate - consiliul de etică și management universitar; regulamente - comisiile de etică; regulamente - integritatea relației profesor - doctorand	Expunere, prelegere, prezentare online – platforma GoogleMeet, discuții cu studenții	2 ore
9.1.4. Etica și integritatea academică în valorificarea rezultatelor cercetărilor științifice prin publicare/comunicare - Etica articolelor științifice – sisteme de standarde și de conduită profesională	Expunere, prelegere, prezentare online – platforma GoogleMeet, discuții cu studenții	4 ore

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Principii etice pentru autorii publicațiilor științifice</li> <li>- Forme de încălcare a eticii și integrității academice în valorificarea rezultatelor cercetării.</li> </ul>		
<p>9.1.5. Elaborarea și publicarea materialelor științifice în contextul eticii și deontologiei cercetării</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scopul și beneficiile comunicării și publicării rezultatelor cercetării științifice</li> <li>- Categoriile de materiale științifice</li> <li>- Structura materialelor științifice</li> <li>- Etapele de elaborare a materialelor științifice</li> <li>- Elemente caracteristice ale unui Jurnal (revistă) științific.</li> </ul>	Expunere, prelegere, prezentare online – platforma GoogleMeet, discuții cu studenții	6 ore
<b>Partea a II-a</b>		
<p>9.1.6. Proprietate intelectuală. Drepturi de autor.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Istoric</li> <li>- Legea 8/1996 privind drepturile de autor și cele conexe</li> <li>- Subiectul, obiectul, conținutul durată de protecție și limitele exercitării drepturilor de autor</li> <li>- Cesiunea</li> <li>- Programe pentru calculator</li> <li>- Oficiul Român pentru Drepturi de Autor</li> </ul>	Expunere, prelegere, prezentare online – platforma GoogleMeet, discuții cu studenții	2 ore
<p>9.1.7. Proprietatea intelectuală. Proprietate industrială. Brevete de invenție</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exemple</li> <li>- Legea 64/11.10.1994 republicată privind brevetele de invenție</li> <li>- Atributele unei invenții</li> <li>- Invenția brevetabilă</li> <li>- înregistrarea, publicarea și examinarea cererii de brevet, eliberarea brevetului</li> <li>- Drepturi și obligații</li> <li>- Transmiterea drepturilor</li> <li>- Condiții materiale privind cererea de brevet de invenție.</li> </ul>	Expunere, prelegere, prezentare online – platforma GoogleMeet, discuții cu studenții	4 ore
<p>9.1.8. Proprietate intelectuală. Proprietate industrială. Elaborarea cererilor de brevet de invenție</p>	Expunere, prelegere, prezentare online – platforma GoogleMeet, discuții cu studenții	4 ore
<p>9.1.9. Proprietate intelectuală. Proprietate industrială. Modelul de utilizare</p>	Expunere, prelegere, prezentare online – platforma GoogleMeet, discuții cu studenții	1 ore
<p>9.1.10. Proprietate intelectuală. Proprietate industrială. Modelul sau desenul industrial. Marca</p>	Expunere, prelegere, prezentare online – platforma GoogleMeet, discuții cu studenții	1 ore
<p>9.1.11. Brevetul european</p>	Expunere, prelegere, prezentare online – platforma GoogleMeet, discuții cu studenții	2 ore
<p><b>Bibliografie curs:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. C. Sărmășanu, Note de curs, CNFIS-FDI-2018-0479 “Centru de studii și consultanță pentru Calitatea Educației, Etică și Integritate Academică (CEEIA-CENTER)”, 2018.</li> <li>2. C. Stoescu, <i>Etica cercetării și proprietatea intelectuală</i>, Editura Universității București, 2014.</li> <li>3. Codul de etică și deontologie profesională universitară, <a href="http://www.calitate.tuiasi.ro/Manualul%20procedurilor.htm">http://www.calitate.tuiasi.ro/Manualul%20procedurilor.htm</a> TUIASI.COD.01.</li> <li>4. Emilia Șercan, <i>Deontologie academică. Ghid practic</i>, Editura Universității București, 2017.</li> <li>5. Ghid Anti-plagiat, SNSPA, Facultatea de Administrație Publică, București, 2015, proiect cofinanțat din Fondul Social European prin programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013.</li> <li>6. Legea nr. 206/2004 privind buna conduită în cercetarea științifică, dezvoltarea tehnologică și inovare.</li> <li>7. Maria Gavrilăscu, Note de curs, CNFIS-FDI-2018-0479 “Centru de studii și consultanță pentru Calitatea Educației, Etică și Integritate Academică (CEEIA-CENTER)”, 2018.</li> <li>8. N. Seghedin, <i>Aplicații în creația tehnică</i>, Editura Performantica, Iași, 2008, ISBN 978-973-730-454-4, 202 pag.</li> <li>9. N. Seghedin, <i>Etica și dreptul proprietății intelectuale</i>, Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013, Studii doctorale pentru performanțe europene în cercetare și inovare (CUANTUMDOC) POSDRU/107/1.5/S/79407 (<a href="http://www.cuantumdoc.tuiasi.ro">http://www.cuantumdoc.tuiasi.ro</a>).</li> </ol>		

10. N. Seghedin, *Creativitate tehnică, etică și proprietate intelectuală*. Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013, 4D-POSTDOC – Dezvoltarea și susținerea de programe postdoctorale în domenii tehnice prioritare ale strategiei naționale de cercetare-dezvoltare-inovare (<http://ctmtc.utcluj.ro>).

11. N. Seghedin (coord.), *Experiența a 7 universități din România în diseminarea cunoștințelor de proprietate intelectuală*, Editura Performantica, Iași, 2012, ISBN 978-973-730-952-5, 187 pag.

12. N. Seghedin, *Etica cercetării științifice și proprietate intelectuală*, Suport de curs, Editura Performantica, Iași, 2017, ISBN 200 pag.

## 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală (se recomandă să fie în concordanță cu numărul de ore alocat fiecărui tip de activitate)
10.4 Examen/ /Verificare	Completitudinea și corectitudinea cunoștințelor. Coerența logică, fluența, forța de argumentare. Capacitatea de analiză, de interpretare personală, originalitatea, creativitatea. Gradul de asimilare a limbajului de specialitate și capacitatea de comunicare. Capacitatea de a valorifica abilitățile dobândite. Capacitatea de a prelucra datele și problemele enunțate.	Evaluarea finală – Partea I – aspecte teoretice și practice predate la curs	50 %
		Evaluarea finală – Partea II – aspecte teoretice și practice predate la curs	50 %
10.6 Condiții de promovare			
Rezultatul evaluării finale la o disciplină rezultă prin considerarea punctajelor și ponderilor alocate fiecărei activități din cadrul disciplinei. Se vor acorda note întregi de la 10 la 1, nota 5 certificând dobândirea rezultatelor învățării minimale aferente unei discipline și acordarea creditelor de studii aferente acesteia.			

Data completării: 05.09.2025

Titular/ titulari de curs: Prof.univ.habil.dr.chim. Laura BULGARIU

Prof.univ.dr.ing. Neculai Eugen SEGHEIDIN

Data avizării în departament: 05.09.2025

Director de departament:  
Prof.univ.dr.habil. ing. Brîndușa SLUȘER

Prof. Prof.univ.dr.ing. Cătălin-Gabriel Dumitraș

Data aprobării în Consiliul Facultății: 08.09.2025

Decan,  
Prof.univ.dr.ing. Teodor MĂLUȚAN

Conf. univ. dr. ing. Florin NEGOESCU

# FIȘA DISCIPLINEI

Anul universitar 2025/2026

## 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași
1.2 Facultatea	Inginerie Chimică și Protecția Mediului „Cristofor Simionescu”
1.3 Departamentul	Ingineria și Managementul Mediului
1.4 Domeniul de studii	Toate domeniile de doctorat din Universitate
1.5 Ciclul de studii <sup>1</sup>	Doctorat
1.6 Programul de studii	Programul de pregătire bazat pe studii universitare avansate

## 2. Date despre disciplină

2.1.1 Denumirea disciplinei – (în limba română) (în limba engleză, conform Suplimentului la diplomă)	<b>Metodologia cercetării științifice și prelucrarea datelor experimentale/ The methodology of scientific research and the processing of experimental data</b>						
2.1.2. Codul disciplinei							DO
2.2 Titularul/ titularii activităților de curs	<b>Profesor univ.habil.dr.ing. Gabriela Lisa</b>						
2.3 Titularul/ titularii activităților de aplicații (S, L, P, Pr)							
2.4 Anul de studii <sup>2</sup>	I	2.5 Semestrul <sup>3</sup>	1	2.6 Tipul de evaluare <sup>4</sup>	V	2.7 Opționalitate <sup>5</sup>	

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	1	3.2 curs	1	3.3a sem.	0	3.3b laborator	0	3.3c proiect	0	3.3.d practică	
3.4 Total ore din planul de învățământ <sup>6</sup>	14	3.5 curs	14	3.6a sem.	0	3.6b laborator	0	3.6c proiect	0	3.6.d	
Distribuția fondului de timp <sup>7</sup>										Nr. ore	
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe										28	
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren										21	
Pregătire seminarii/ laboratoare/ proiecte, teme, referate și portofolii										18	
Examinări <sup>8</sup>										2	
Alte activități:											
3.7 Total ore studiu individual <sup>9</sup>	67										
3.8 Total ore pe semestru <sup>10</sup>	81										
3.9 Numărul de credite	3										

## 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum <sup>11</sup>	Studii de master sau echivalente acestora conform legii, cu un număr cumulat de credite de studii transferabile dobândite, de cel puțin 300
4.2 de rezultate ale învățării	Competențe dobândite în cadrul studiilor de licență și master

## 5. Condiții

5.1 de desfășurare a cursului <sup>12</sup>	Cursul are caracter interactiv și se desfășoară în format preponderent online, pe platformele aprobate de universitate. Sala trebuie dotată cu videoproiector, tablă, laptop și conexiune la internet, pentru activități interactive și documentare online. Materialele și notele de curs vor fi transmise tuturor cursanților.
5.2 de desfășurare a seminarului / laboratorului/ proiectului <sup>13</sup>	

## 6. Obiectiv general al disciplinei

Cursul urmărește dezvoltarea competențelor teoretice și practice necesare conceperii, organizării și realizării unei cercetări științifice riguroase, prin însușirea principiilor, metodelor și tehnicilor specifice procesului de investigare științifică, precum și formarea unei atitudini critice și etice față de activitatea de cercetare.

## 7. Rezultatele învățării<sup>14</sup>

<b>Cunoștințe</b>	<p>Doctorandul/Absolventul:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- utilizează conceptele fundamentale ale metodologiei cercetării științifice pentru definirea și analiza problemelor de cercetare;</li> <li>- cunoaște etapele procesului de cercetare: formularea problemei, stabilirea obiectivelor, elaborarea ipotezelor și proiectarea designului de cercetare;</li> <li>- distinge între metodele calitative și cantitative, înțelegând principiile și domeniile lor de aplicare;</li> <li>- cunoaște procedeele de prelucrare, analiză și interpretare a datelor experimentale, inclusiv elemente de analiză statistică descriptivă și inferențială;</li> <li>- înțelege structura, logica și cerințele formale ale unui raport științific sau ale unei lucrări de cercetare;</li> <li>- cunoaște principiile publicării științifice, ale evaluării prin peer-review și ale eticii în cercetare.</li> </ul>
<b>Abilități</b>	<p>Doctorandul/Absolventul:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- proiectează și planifică o cercetare științifică completă, adecvată scopului și obiectivelor formulate;</li> <li>- selectează și aplică metode și tehnici de cercetare potrivite contextului științific investigat;</li> <li>- operează cu instrumente de colectare, prelucrare și analiză a datelor experimentale;</li> <li>- interpretează critic rezultatele obținute, formulând concluzii relevante și argumentate;</li> <li>- redactează și prezintă lucrări științifice în conformitate cu standardele academice și de etică profesională;</li> <li>- evaluează calitatea și relevanța cercetărilor științifice existente, demonstrând gândire critică și capacitate de analiză comparativă;</li> <li>- aplică principiile eticii și integrității academice în toate etapele activității de cercetare.</li> </ul>
<b>Responsabilitate și autonomie</b>	<p>Doctorandul/Absolventul:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- își asumă responsabilitatea pentru planificarea și realizarea corectă a activităților de cercetare;</li> <li>- respectă principiile eticii și integrității academice în toate etapele cercetării;</li> <li>- lucrează autonom în proiectarea, analiza și raportarea rezultatelor științifice;</li> <li>- colaborează eficient în echipe de cercetare și contribuie activ la obiectivele comune;</li> <li>- evaluează critic propriile rezultate și își asumă răspunderea pentru calitatea acestora.</li> </ul>

## 8. Metode de predare

În activitatea de predare se vor utiliza prelegeri interactive și dezbateri academice, susținute prin prezentări PowerPoint și materiale digitale, puse la dispoziția doctoranzilor. Prezentările vor include scheme conceptuale, grafice și exemple aplicative, menite să faciliteze înțelegerea critică și integrarea informațiilor. Fiecare sesiune va debuta cu o revizuire sintetică a conținuturilor anterioare, pentru consolidarea cunoștințelor și asigurarea coerenței logice între teme. Metodologia de predare pune accent pe învățarea prin cercetare și descoperire, încurajând analiza independentă, reflecția critică și formularea de ipoteze proprii. Activitatea va include studii de caz și interpretări de date reale, în vederea dezvoltării competențelor de proiectare, analiză și argumentare științifică. Prin combinarea acestor metode, cursul urmărește să consolideze atât competențele teoretice și metodologice, cât și abilitățile practice de aplicare a conceptelor în contexte de cercetare avansată, stimulând gândirea critică, autonomia intelectuală și capacitatea de inovare.

## 9. Conținuturi

9. 1. Curs <sup>15</sup>	Metode de predare	Timp alocat
<b>9.1.1. Capitolul I. Introducere în metodologia cercetării științifice.</b> I.1. Concepte fundamentale	Prelegere interactivă, Discutii, Explicatii	1 oră
<b>9.1.2. Capitolul II. Proiectarea cercetării</b> II.1. Formularea problemei și a obiectivelor. II.2. Designul cercetării.	Prelegere interactivă, Discutii, Explicatii	3 ore
<b>9.1.3. Capitolul III. Metode și tehnici de cercetare.</b> III.1. Metode calitative III.2. Metode cantitative III.3. Metode mixte	Prelegere interactivă, Discutii, Explicatii	2 ore
<b>9.1.4. Capitolul IV. Prelucrarea datelor experimentale</b> IV.1. Introducere în analiza datelor IV.2. Analiza statistică descriptivă IV.3. Analiza inferențială IV.4. Aplicații practice. Interpretarea statistică a unui set de date reale	Prelegere interactivă, Discutii, Explicatii	4 ore

<b>9.1.5. Capitolul V. Interpretarea și comunicarea rezultatelor.</b> V.1. Redactarea raportului științific / lucrării de cercetare V.2. Publicarea și evaluarea rezultatelor	Prelegere interactivă, Discutii, Explicatii	4 ore
<b>Bibliografie curs:</b>		
1. Creswell, J. W. (2018). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches (5th ed.). SAGE Publications 2. Robson, C., & McCartan, K. (2016). Real World Research (4th ed.). Wiley-Blackwell 3. Montgomery, D. C. (2020). Design and Analysis of Experiments (10th ed.). Wiley 4. Joglekar, A. M. (2016). Statistical Methods for Six Sigma: In R&D and Manufacturing (2nd ed.). Wiley 5. Deb, D., Dey, R., & Balas, V. E. (2019). Engineering Research Methodology: A Practical Insight for Researchers. Springer 6. Thiel, D. V. (2014). Research Methods for Engineers. Cambridge University Press. Cambridge University Press & Assessment 7. Field, A., Miles, J., & Field, Z. (2023). Discovering Statistics Using R and SPSS (6th ed.). Sage 8. Montgomery, D. C. (2020). Introduction to Statistical Quality Control (8th ed.). Wiley 9. Rumsey, D. J. (2021). Statistics for Dummies (4th ed.). Wiley 10. Anghelache, C., Anghel, M. G., Prodan, L. (2020). Statistica. Teorie și aplicații în economie și inginerie. Editura Economică, București. 11. Gastel B., Day Robert A. How to Write and Publish a Scientific Paper, Ninth Edition, Greenwood, 2022. 12. Cargill Margaret, O'Connor Patrick, Writing Scientific Research Articles Strategy and Steps, John Wiley & Sons, Ltd., Publication, 2009 13. Rădulescu Șt.Mihaela, Metodologia cercetării științifice - Elaborarea lucrărilor de licență, masterat, doctorat, Ediția a II-a E.D.P., București, 2007 14. Rădulescu Șt.Mihaela, Metodologia cercetării științifice, E.D.P., București, 2006		
<b>9.2a Seminar</b>	Metode de lucru <sup>16</sup>	Observații, timp alocat
<b>9.2b Laborator</b>	Metode de lucru <sup>17</sup>	
<b>9.2c Proiect</b>	Metode de lucru <sup>18</sup>	

## 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare		10.3 Pondere din nota finală (se recomandă să fie în concordanță cu numărul de ore alocat fiecărui tip de activitate)
10.4a Examen/ /Verificare	Completitudinea și corectitudinea cunoștințelor. Coerența logică, fluența, forța de argumentare. Capacitatea de analiză, de interpretare personală, originalitatea, creativitatea. Gradul de asimilare a limbajului de specialitate și capacitatea de comunicare. Capacitatea de a valorifica abilitățile dobândite. Capacitatea de a prelucra datele și problemele enunțate.	- observarea sistematică a studenților (teme individuale/ de echipă - temele trebuie efectuate în săptămâna dintre cursuri, pregătirea unui referat - studiu de caz). - test de evaluare formativ (verificări pe parcursul semestrului). - test de evaluare sumativ (verificare finală).	30% 30% 40%	100%
10.4b Seminar	Capacitatea de aplicare în practică a cunoștințelor învățate. Capacitatea de analiză, de interpretare personală, originalitatea, creativitatea.	- participare activă la activități; - test de evaluare.		
10.4c Laborator	Activitatea de laborator – Capacitatea de lucru în echipă, Capacitatea de aplicare în practică, în contexte diferite, a cunoștințelor învățate. Capacitatea de analiză, de interpretare personală, originalitatea, creativitatea.	- realizarea fișelor de laborator (toate lucrările de laborator trebuie efectuate, admițându-se recuperarea doar a unei lucrări de laborator restante); - test de evaluare (colocviu de laborator).		

10.4d Proiect	Participarea la activitatea de proiectare, capacitatea de documentare, aplicarea cunoștințelor în activitatea de proiectare.	- efectuarea activității de proiectare; - finalizarea proiectului; - susținerea proiectului.	
10.5 Condiții de promovare			
Rezultatul evaluării finale la o disciplină rezultă prin considerarea punctajelor și ponderilor alocate fiecărei activități din cadrul disciplinei. Se vor acorda note întregi de la 10 la 1, nota 5 certificând dobândirea rezultatelor învățării minimale aferente unei discipline și acordarea creditelor de studii aferente acesteia.			

Data completării: 04.09.2025

Titular/ titulari de curs: **Profesor univ.habil.dr.ing. Gabriela Lisa**

Data avizării în departament: 05.09.2025

Director de departament  
Conf.univ.dr.habil.ing. Brindușa-Mihaela Slușer

Data aprobării în Consiliul Facultății: 08.09.2025

Decan,  
Prof.univ.dr.ing. Teodor Măluțan

---

<sup>1</sup> Licență/ Masterat.

<sup>2</sup> 1-4 pentru licență, 1-2 pentru masterat.

<sup>3</sup> 1-8 pentru licență, 1-4 pentru masterat.

<sup>4</sup> Examen (E), verificare (V) – din planul de învățământ.

<sup>5</sup> DOB – disciplină obligatorie, DOP – disciplină opțională, DFA – disciplină facultativă;

<sup>6</sup> Este egal cu 14 săptămâni x numărul de ore de la punctul 3.1 (similar pentru 3.5, 3.6abc).

<sup>7</sup> Liniile de mai jos se referă la studiul individual; totalul se completează la punctul 3.7.

<sup>8</sup> Între 2 și 6 ore. Acestea reprezintă ore didactice și nu se includ în studiul individual.

<sup>9</sup> Suma valorilor de pe liniile anterioare, care se referă la studiul individual.

<sup>10</sup> Suma dintre numărul de ore de activitate didactică directă (3.4) și numărul de ore de studiu individual (3.7); trebuie să fie egală cu numărul de credite alocate disciplinei (punctul 3.9) x 27 de ore pe credit.

<sup>11</sup> Se menționează disciplinele obligatorii a fi promovate anterior sau echivalente.

<sup>12</sup> Tablă, vidoproiector, flipchart, materiale didactice specifice etc.

<sup>13</sup> Tehnică de calcul, pachete software, standuri experimentale, etc.

<sup>14</sup> Rezultatele învățării prezentate sub formă de cunoștințe, abilități, responsabilitate și autonomie specifice disciplinei. Rezultatele învățării sunt concordante cu nivelul 7 din CNC, diferențiate în funcție de tipul de program de studii universitare de masterat. Astfel, în cazul masteratului de cercetare, acestea vor include cunoștințe, abilități, responsabilitate și autonomie astfel definite încât să îi permită absolventului să desfășoare activități de cercetare științifică independentă (<https://www.aracis.ro/wp-content/uploads/2025/07/Standarde-specifice-masterat.pdf>

).

<sup>15</sup> Titluri de capitole și paragrafe.

<sup>16</sup> Discuții, dezbateri, prezentare și/sau analiză de lucrări, rezolvare de exerciții și probleme.

<sup>17</sup> Demonstrație practică, exercițiu, experiment.

<sup>18</sup> Studiu de caz, demonstrație, exercițiu, analiza erorilor etc.

# FIȘA DISCIPLINEI

Anul universitar 2025-2026

## 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași
1.2 Facultatea	
1.3 Departamentul	Școala Doctorală
1.4 Domeniul de studii	
1.5 Ciclu de studii <sup>1</sup>	Doctorat - Program de studii avansate
1.6. Programul de studii	Doctorat

## 2. Date despre disciplină

2.1.1 Denumirea disciplinei – (în limba română) (în limba engleză, conform Suplimentului la diplomă)	<b>FUNDAMENTELE MATEMATICE ALE INTELIGENȚEI ARTIFICIALE</b> <i>Mathematical Foundations for Artificial Intelligence</i>						
2.1.2. Codul disciplinei							
2.2 Titularul/ titularii activităților de curs	prof. dr. STRUGARIU CLAUDIU_RĂDUCU						
2.3 Titularul/ titularii activităților de aplicații (S, L, P, Pr)	-						
2.4 Anul de studii <sup>2</sup>	1	2.5 Semestrul <sup>3</sup>	1	2.6 Tipul de evaluare <sup>4</sup>	V	2.7 Tipul disciplinei <sup>5</sup>	Ob

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	1	3.2 curs	1	3.3a sem.	0	3.3b laborator	0	3.3c proiect -	3.3.d practică -	
3.4 Total ore din planul de învățământ <sup>6</sup>	14	3.5 curs	14	3.6a sem.	0	3.6b laborator	0	3.6c proiect -	3.6.d	0
Distribuția fondului de timp <sup>7</sup>										Nr. ore
Studii după manual, suport de curs, bibliografie și notițe										30
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren										10
Pregătire seminarii/ laboratoare/ proiecte, teme, referate și portofolii										16
Examinări <sup>8</sup>										5
Alte activități:										
3.7 Total ore studiu individual <sup>9</sup>	61									
3.8 Total ore pe semestru <sup>10</sup>	75									
3.9 Numărul de credite	3									

## 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum <sup>11</sup>	-
4.2 de rezultate ale învățării	-

## 5. Condiții

5.1 de desfășurare a cursului <sup>12</sup>	Sală de curs, dotată cu calculator, videoproiector, tablă
5.2 de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului <sup>13</sup>	-

## 6. Obiectiv general al disciplinei

Obiectivul general al disciplinei *Fundamentele Matematice ale Inteligenței Artificiale* este însușirea de către studenți a conceptelor și instrumentelor matematice esențiale necesare înțelegerii și utilizării metodelor moderne de inteligență artificială. În paralel, se urmărește dezvoltarea gândirii logice, analitice și algoritmice, precum și formarea capacității de modelare matematică a problemelor specifice domeniului. Cursul vizează dobândirea cunoștințelor fundamentale din domenii precum algebra liniară, analiza matematică, probabilități și statistică, optimizare, necesare pentru înțelegerea algoritmilor de învățare automată și a metodelor de prelucrare a datelor. De asemenea, se urmărește aplicarea acestor concepte matematice în analiza și rezolvarea problemelor practice din inteligența artificială, contribuind la formarea competențelor necesare viitorilor specialiști în domeniul tehnologiilor inteligente.

## 7. Rezultatele învățării <sup>14</sup>

<p><b>Cunoștințe</b></p>	<p>Studentul/ Absolventul:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definește conceptele matematice fundamentale utilizate în inteligența artificială (vectori, matrici, spații vectoriale, probabilități, variabile aleatoare, funcții de optimizare).</li> <li>- Compară și distinge noțiunile înrudite și proprietățile acestora din algebra liniară, analiza matematică și teoria probabilităților utilizate în modelele de inteligență artificială.</li> <li>- Formulează observații și diferențiază noțiuni, proprietăți și rezultate matematice prin exemple și contraexemplu relevante pentru metodele de învățare automată.</li> <li>- Definește conceptele matematice avansate utilizate în inteligența artificială, precum optimizarea convexă, metodele de gradient, spațiile vectoriale de dimensiune mare și măsuri de similaritate.</li> <li>- Compară și distinge metode matematice utilizate în modelarea și analiza algoritmilor de învățare automată și a proceselor de inferență.</li> <li>- Formulează observații privind proprietățile matematice ale modelelor de inteligență artificială și interpretează rezultatele obținute prin exemple și aplicații.</li> <li>- Definește conceptele de bază din domeniul modelării matematice și al metodelor algoritmice utilizate în inteligența artificială.</li> <li>- Compară și distinge diferite metode matematice utilizate în analiza datelor, învățarea automată și optimizarea modelelor.</li> <li>- Formulează observații și diferențiază concepte, proprietăți și rezultate matematice utilizate în inteligența artificială prin exemple aplicative.</li> <li>- Indică și recunoaște conceptele matematice implicate în formularea și rezolvarea exercițiilor și problemelor specifice inteligenței artificiale.</li> </ul>
<p><b>Aptitudini</b></p>	<p>Studentul/ Absolventul:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- explică rolul algebrei liniare în reprezentarea și prelucrarea datelor în inteligența artificială și utilizează operații cu vectori și matrici în modelarea rețelelor neuronale, reducerea dimensionalității și reprezentarea datelor.</li> <li>- aplică concepte de algebră liniară (descompuneri matriciale, valori proprii, transformări liniare) în analiza și implementarea unor metode utilizate în învățarea automată și în prelucrarea datelor.</li> <li>- utilizează noțiuni de probabilități și statistică pentru modelarea incertitudinii, estimarea parametrilor și analiza datelor în probleme specifice inteligenței artificiale.</li> <li>- interpretează și aplică distribuții de probabilitate, estimatori statistici și metode de inferență statistică în analiza modelelor de învățare automată.</li> <li>- explică rolul metodelor de optimizare în antrenarea modelelor de inteligență artificială și aplică metode de optimizare (de exemplu metode bazate pe gradient) pentru ajustarea parametrilor modelelor.</li> <li>- utilizează tehnici de optimizare matematică pentru formularea și rezolvarea problemelor de învățare automată și pentru îmbunătățirea performanței modelelor predictive.</li> <li>- analizează legătura dintre algebra liniară, probabilități, statistică și optimizare în construcția și funcționarea algoritmilor de inteligență artificială.</li> <li>- aplică conceptele matematice studiate pentru interpretarea rezultatelor obținute de modelele de inteligență artificială și pentru evaluarea performanței acestora în probleme practice.</li> </ul>
<p><b>Responsabilitate și autonomie</b></p>	<p>Studentul/ Absolventul:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- folosește gândirea logică și matematică pentru a analiza probleme specifice inteligenței artificiale, identifică conceptele matematice relevante (algebră liniară, probabilități, optimizare) și selectează metodele adecvate pentru modelarea și rezolvarea acestora.</li> <li>- analizează structura matematică a algoritmilor de inteligență artificială, utilizează reprezentări matematice (vectori, matrici, grafuri, distribuții de probabilitate) și scheme de calcul pentru explicarea și implementarea acestora.</li> <li>- adaptează metodele matematice studiate (operații matriciale, estimare statistică, metode de optimizare) pentru rezolvarea problemelor de complexitate mai ridicată din analiza datelor și învățarea automată.</li> <li>- realizează particularizări și generalizări ale unor modele matematice utilizate în inteligența artificială și formulează soluții complete pentru probleme legate de antrenarea și evaluarea modelelor.</li> <li>- extinde metodele matematice de bază la situații noi din domeniul inteligenței artificiale, identifică alternative de modelare sau optimizare și formulează concluzii pe baza ipotezelor matematice utilizate.</li> <li>- analizează metodele matematice utilizate în algoritmi de inteligență artificială, evaluează corectitudinea și eficiența acestora și identifică eventualele erori de modelare sau de raționament.</li> <li>- compară diferite metode matematice utilizate în inteligența artificială și argumentează alegerea unei metode în funcție de structura datelor și de cerințele problemei.</li> <li>- interpretează rezultatele obținute prin metode matematice și modele de inteligență artificială și formulează concluzii relevante pentru problema analizată.</li> </ul>

## 8. Metode de predare

În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri participative și discuții interactive pe baza unor prezentări realizate cu suport multimedia (beamer), care vor fi puse la dispoziția studenților. Prezentările vor conține conceptele matematice fundamentale utilizate în inteligența artificială, exemple ilustrative, reprezentări grafice și scheme explicative, astfel încât noțiunile prezentate să fie ușor de înțeles și de asimilat. Materialele de curs și aplicațiile discutate vor fi disponibile studenților pe platforma Moodle sub formă de fișiere PDF.

Metoda de predare este bazată pe învățarea prin descoperire și înțelegere conceptuală, prin explorarea modelelor matematice utilizate în inteligența artificială. În acest sens vor fi utilizate demonstrația matematică, modelarea matematică, analiza unor exemple relevante și interpretarea rezultatelor obținute. De asemenea, procesul de învățare va include și activități practice care urmăresc aplicarea conceptelor matematice în contexte specifice inteligenței artificiale.

## 9. Conținuturi

9. 1. Curs <sup>15</sup>	Metode de predare	Timp alocat
<b>9.1.1. Introducere în inteligență artificială</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Noțiuni fundamentale de inteligență artificială.</li> <li>- Domenii și aplicații ale inteligenței artificiale.</li> <li>- Rolul matematicii în inteligența artificială.</li> <li>- Exemple de probleme și modele matematice utilizate în AI.</li> </ul>	Expunere cu videoproiector. Prezentare la tablă. Prelegere interactivă. Discuții și explicații.	2 ore
<b>9.1.2. Algebra liniară</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vectori și matrici. Operații cu matrici.</li> <li>- Spații vectoriale și transformări liniare.</li> <li>- Valori proprii și vectori proprii.</li> <li>- Reprezentarea datelor în spații vectoriale.</li> </ul>	Expunere cu videoproiector. Prezentare la tablă. Prelegere interactivă. Discuții și explicații.	2 ore
<b>9.1.3. Exemple de aplicații AI care utilizează preponderent noțiuni de algebră liniară</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reprezentarea datelor prin vectori și matrici.</li> <li>- Reducerea dimensionalității (PCA).</li> <li>- Reprezentări vectoriale ale datelor.</li> <li>- Utilizarea operațiilor matriciale în rețele neuronale.</li> </ul>	Expunere cu videoproiector. Studii de caz. Prelegere interactivă. Discuții și explicații.	2 ore
<b>9.1.4. Probabilități și statistică. Exemple de aplicații AI care utilizează preponderent noțiuni de teoria probabilităților</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spațiul de probabilitate și variabile aleatoare.</li> <li>- Distribuții de probabilitate utilizate în modelarea datelor.</li> <li>- Inferență statistică și estimarea parametrilor.</li> <li>- Modele probabilistice în inteligența artificială (ex. clasificatori probabilistici, modele Bayesiene).</li> </ul>	Expunere cu videoproiector. Prezentare la tablă. Prelegere interactivă. Discuții și explicații.	2 ore
<b>9.1.5. Optimizare</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formularea problemelor de optimizare.</li> <li>- Funcții obiectiv și constrângeri.</li> <li>- Metode de optimizare bazate pe gradient.</li> <li>- Rolul optimizării în antrenarea modelelor de machine learning.</li> </ul>	Expunere cu videoproiector. Prezentare la tablă. Prelegere interactivă. Discuții și explicații.	2 ore
<b>9.1.6. Exemple de aplicații AI care utilizează preponderent noțiuni de optimizare</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Antrenarea modelelor de învățare automată.</li> <li>- Funcții de pierdere și optimizarea parametrilor.</li> <li>- Metode iterative de optimizare utilizate în rețele neuronale.</li> </ul>	Expunere cu videoproiector. Studii de caz. Prelegere interactivă. Discuții și explicații.	2 ore
<b>9.1.7. Temă avansată (ex. Diferențierea Automată în Machine Learning)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principiile diferențierii automate.</li> <li>- Calculul gradientului în rețele neuronale.</li> <li>- Algoritmul backpropagation.</li> <li>- Aplicații în optimizarea modelelor de învățare automată.</li> </ul> <b>Tema poate varia anual în funcție de evoluțiile domeniului AI.</b>	Expunere cu videoproiector. Studii de caz. Prelegere interactivă. Discuții și explicații.	2 ore
Bibliografie curs:		

1. L. Berlyand, P.-E. Jabin, *Mathematics of Deep Learning – An Introduction*, De Gruyter, 2023.
2. I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, *Deep Learning*, MIT Press, 2016.
3. K. P. Murphy, *Probabilistic Machine Learning: An Introduction*, MIT Press, 2022.
4. H. Nelson, *Essential Math for AI: Next-Level Mathematics for Efficient and Successful AI Systems*, O'Reilly Media, 2023.
5. Charu C. Aggarwal, *Linear Algebra and Optimization for Machine Learning*, Springer, 2020.
6. Stephen Boyd, Lieven Vandenberghe, *Introduction to Applied Linear Algebra – Vectors, Matrices, and Least Squares*, Cambridge University Press, 2018.
7. Lars Eldén, *Matrix Methods in Data Mining and Pattern Recognition*, SIAM, 2019.
8. Gene H. Golub, Charles F. Van Loan, *Matrix Computations*, 4th Edition, Johns Hopkins University Press, 2013.
9. Peter Norvig, Stuart Russell, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 4th Edition, Pearson, 2021.
10. Andreas C. Müller, Sarah Guido, *Introduction to Machine Learning with Python*, O'Reilly Media, 2017.
11. Florin Leon, *Inteligență artificială: raționament probabilistic, tehnici de clasificare*, Tehnopress, Iași, 2012.
12. J. Nocedal, S. J. Wright, *Numerical Optimization*, 2nd Edition, Springer, 2006.
13. S. Sra, S. Nowozin, S. J. Wright, *Optimization for Machine Learning*, MIT Press, 2011.
14. D. P. Kingma, J. L. Ba, *Adam: A Method for Stochastic Optimization*, Proceedings of ICLR, 2015.
15. S. Ruder, *An Overview of Gradient Descent Optimization Algorithms*, arXiv:1609.04747, 2017.
16. Materiale de curs și prezentări în format electronic disponibile pe platforma Moodle.

<b>9.2a Seminar</b>	Metode de lucru <sup>16</sup>	Observații, timp alocat
---------------------	-------------------------------	-------------------------

## 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală (se recomandă să fie în concordanță cu numărul de ore alocat fiecărui tip de activitate)
10.4 Examen/ /Verificare	-	-	-
10.5a Seminar	-	-	-
10.5b Laborator	-	-	-
10.5c Proiect	Realizarea unei recenzii de o pagină a unei lucrări despre utilizarea unor tehnici bazate pe AI în domeniul tezei de doctorat	Evaluarea se va realiza pe baza analizei documentului transmis și a unei scurte discuții cu studentul privind conținutul recenziei. Evaluarea vizează relevanța lucrării alese, claritatea prezentării, capacitatea de analiză a metodologiei și a rezultatelor, discutarea implicațiilor și a limitărilor, precum și corectitudinea redactării.	50%
	Ilustrarea utilizării unui algoritm (sau a mai multor algoritmi) discutat pe parcursul cursului, într-o aplicație la alegere, corelată cu tema de cercetare a tezei de doctorat.	Evaluarea se va realiza pe baza analizei documentului transmis și a unei scurte discuții cu studentul privind ilustrarea algoritmului. Evaluarea urmărește corectitudinea descrierii algoritmului, relevanța aplicației, capacitatea de a explica modul de utilizare a metodei, analiza avantajelor și limitărilor și claritatea structurii prezentării.	50%
10.6 Condiții de promovare			
Nota finală este media notelor obținute la cele două teme. Pentru promovarea disciplinei este necesară realizarea ambelor teme			

și obținerea unei note finale de minimum 5. Dacă, în cadrul evaluării, studentul nu poate explica conținutul lucrării transmise, tema respectivă va fi considerată necorespunzătoare și va fi notată cu 0.

Data completării: 16.09.2025

Titular/ titulari de curs: Prof. univ.dr. Strugariu Claudiu-Răducu

Director de departament:

Conf. univ.dr. Marcel-Romică ROMAN

Decan,

Prof.univ.dr.ing. Daniela Tărniceriu

Data avizării în departament:

Director Școală Doctorală,

---

Licență/ Masterat.

<sup>2</sup> 1-4 pentru licență, 1-2 pentru masterat.

<sup>3</sup> 1-8 pentru licență, 1-4 pentru masterat.

<sup>4</sup> Examen (E), verificare (V) – din planul de învățământ.

<sup>5</sup> DOB – disciplină obligatorie, DOP – disciplină opțională, DFA – disciplină facultativă;

<sup>6</sup> Este egal cu 14 săptămâni x numărul de ore de la punctul 3.1 (similar pentru 3.5, 3.6abc).

<sup>7</sup> Liniile de mai jos se referă la studiul individual; totalul se completează la punctul 3.7.

<sup>8</sup> Între 2 și 6 ore. Acestea reprezintă ore didactice și nu se includ în studiul individual.

<sup>9</sup> Suma valorilor de pe liniile anterioare, care se referă la studiul individual.

<sup>10</sup> Suma dintre numărul de ore de activitate didactică directă (3.4) și numărul de ore de studiu individual (3.7); trebuie să fie egală cu numărul de credite alocate disciplinei (punctul 3.9) x 27 de ore pe credit.

<sup>11</sup> Se menționează disciplinele obligatorii a fi promovate anterior sau echivalente.

<sup>12</sup> Tablă, vidoproiector, flipchart, materiale didactice specifice etc.

<sup>13</sup> Tehnică de calcul, pachete software, standuri experimentale, etc.

<sup>14</sup> Rezultatele învățării prezentate sub formă de cunoștințe, aptitudini, responsabilitate și autonomie specifice disciplinei. Acestea vor fi corelate cu rezultatele învățării pe domenii fundamentale și domenii de licență (Anexa 2 din Standarde specifice ARACIS, [www.aracis.ro/wp-content/uploads/2025/04/Standarde-specifice-programe-de-studii-universitare-de-licenta-aprilie-2025.pdf](http://www.aracis.ro/wp-content/uploads/2025/04/Standarde-specifice-programe-de-studii-universitare-de-licenta-aprilie-2025.pdf)). Pentru programele de masterat, rezultatele învățări sunt aferente nivelului 7 din CNC.

<sup>15</sup> Titluri de capitole și paragrafe.

<sup>16</sup> Discuții, dezbateri, prezentare și/sau analiză de lucrări, rezolvare de exerciții și probleme.

<sup>17</sup> Demonstrație practică, exercițiu, experiment.

<sup>18</sup> Studiu de caz, demonstrație, exercițiu, analiza erorilor etc.

# FIȘA DISCIPLINEI

Anul universitar 2025-2026

## 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași
1.2 Facultatea	
1.3 Departamentul	Școala Doctorală
1.4 Domeniul de studii	
1.5 Ciclu de studii <sup>1</sup>	Doctorat - Program de studii avansate
1.6. Programul de studii	Doctorat

## 2. Date despre disciplină

2.1.1 Denumirea disciplinei – (în limba română) (în limba engleză, conform Suplimentului la diplomă)	<b>Tehnici avansate de inteligență artificială</b> <i>Advanced Artificial Intelligence Techniques</i>						
2.1.2. Codul disciplinei							
2.2 Titularul/ titularii activităților de curs	prof. dr. ing. Florin Leon						
2.3 Titularul/ titularii activităților de aplicații (S, L, P, Pr)	-						
2.4 Anul de studii <sup>2</sup>	1	2.5 Semestrul <sup>3</sup>	1	2.6 Tipul de evaluare <sup>4</sup>	V	2.7 Tipul disciplinei <sup>5</sup>	Ob

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	1	3.2 curs	1	3.3a sem.	0	3.3b laborator	0	3.3c proiect -	3.3.d practică -	
3.4 Total ore din planul de învățământ <sup>6</sup>	28	3.5 curs	14	3.6a sem.	0	3.6b laborator	0	3.6c proiect -	3.6.d	0
Distribuția fondului de timp <sup>7</sup>										
Studii după manual, suport de curs, bibliografie și notițe										Nr. ore
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren										42
Pregătire seminarii/ laboratoare/ proiecte, teme, referate și portofolii										40
Examinări <sup>8</sup>										20
Alte activități:										5
3.7 Total ore studiu individual <sup>9</sup>										107
3.8 Total ore pe semestru <sup>10</sup>										135
3.9 Numărul de credite										5

## 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum <sup>11</sup>	-
4.2 de rezultate ale învățării	-

## 5. Condiții

5.1 de desfășurare a cursului <sup>12</sup>	Sală de curs, dotată cu calculator, videoproiector, tablă
5.2 de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului <sup>13</sup>	-

## 6. Obiectiv general al disciplinei

Disciplina urmărește aprofundarea și integrarea principalelor paradigme moderne din inteligența artificială, astfel încât doctorandul să poată analiza critic, selecta, combina și extinde metode avansate de reprezentare a cunoașterii, învățare, raționament, decizie și explicabilitate, în vederea dezvoltării unor direcții proprii de cercetare și a unor soluții originale pentru probleme complexe.

## 7. Rezultatele învățării <sup>14</sup>

<b>Cunoștințe</b>	<p>Doctorandul:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- cunoaște paradigmele contemporane ale inteligenței artificiale și relațiile dintre abordările simbolice, subsimbolice, probabilistice și bazate pe agenți;</li> <li>- înțelege principiile metodelor avansate de învățare de reprezentări, ale modelelor fundamentale și ale tehnicilor generative;</li> <li>- cunoaște mecanismele de raționament probabilist și causal, precum și utilizarea acestora în decizie sub incertitudine;</li> <li>- cunoaște metodele moderne de învățare prin întărire, de coordonare multi-agent și de modelare a comportamentului emergent;</li> <li>- înțelege principiile explicabilității, ale inteligenței artificiale neuro-simbolice și ale arhitecturilor cognitive;</li> <li>- cunoaște aspectele teoretice privind robustețea, echitatea, securitatea, confidențialitatea și evaluarea experimentală a sistemelor inteligente.</li> </ul>
<b>Aptitudini</b>	<p>Doctorandul:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- analizează comparativ metode avansate de inteligență artificială și justifică alegerea acestora într-un context de cercetare;</li> <li>- proiectează cadre experimentale pentru evaluarea riguroasă a modelelor inteligente, incluzând benchmark-uri, studii de ablație și validare statistică;</li> <li>- formulează și argumentează arhitecturi hibride care combină învățarea, raționamentul și decizia;</li> <li>- interpretează critic rezultatele obținute, identifică limitele soluțiilor existente și propune direcții de îmbunătățire;</li> <li>- utilizează literatura științifică de actualitate pentru sinteza stadiului cunoașterii și formularea unei agende proprii de cercetare;</li> <li>- comunică riguros idei, rezultate și poziții științifice în limbaj academic de specialitate..</li> </ul>
<b>Responsabilitate și autonomie</b>	<p>Doctorandul:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- își asumă în mod autonom definirea, planificarea și dezvoltarea unei direcții de cercetare în domeniul inteligenței artificiale avansate;</li> <li>- aplică principii de etică, integritate academică, reproducibilitate și responsabilitate în cercetarea și utilizarea sistemelor IA;</li> <li>- evaluează critic impactul tehnic, științific și societal al soluțiilor propuse;</li> <li>- colaborează eficient în echipe interdisciplinare și contribuie argumentat la activități de cercetare colectivă;</li> <li>- își asumă responsabilitatea pentru originalitatea, validitatea și relevanța rezultatelor produse.</li> </ul>

## 8. Metode de predare

În activitatea de predare se vor utiliza prelegeri interactive, dezbateri academice, analize comparative de metode, discuții ghidate pe articole științifice reprezentative și studii de caz. Fiecare temă va urmări atât fundamentele teoretice, cât și modul în care acestea se regăsesc în direcțiile actuale de cercetare. Metodologia de predare va stimula formularea de întrebări de cercetare, evaluarea critică a rezultatelor raportate în literatură, integrarea mai multor paradigme de inteligență artificială și argumentarea unor opțiuni metodologice proprii. Se va pune accent pe autonomie intelectuală, rigoare conceptuală și capacitatea de a corela contribuțiile din subdomenii diferite.

## 9. Conținuturi

9. 1. Curs <sup>15</sup>	Metode de predare	Timp alocat
<p><b>1. Paradigme de inteligență artificială</b> Inteligență artificială simbolică; inteligență artificială probabilistică; inteligență artificială subsimbolică; integrarea învățării și raționamentului; integrarea deciziei și acțiunii; convergența tehnicilor</p> <p><b>2. Tehnici de optimizare avansată</b> Algoritmi evolutivi; evoluție diferențială; optimizare cu roiuri de particule; călire simulată; optimizare multiobiectiv</p> <p><b>3. Modelare în condiții de incertitudine</b> <b>Teoria evidențelor; rețele bayesiene; inferență exactă; inferență aproximativă; filtrare cu particule; modelare probabilistică</b></p> <p><b>4. Învățare profundă</b> Rețele neuronale profunde; funcții de activare; funcții de cost; algoritmi de optimizare; regularizare; inițializarea parametrilor</p>	<p>Expunere cu videoproiector. Prezentare la tablă. Prelegere interactivă. Discuții și explicații.</p>	<p>2 ore / curs</p>

<p><b>5. Reprezentări latente</b> Rețele Hopfield; mașini Boltzmann; mașini Boltzmann restricționate; rețele de credință profundă; autoencodere; autoencodere variaționale</p> <p><b>6. Tehnici pentru percepție vizuală</b> Rețele neuronale convoluționale; convoluție; agregare; propagare înainte și înapoi; extragerea trăsăturilor; recunoașterea obiectelor</p> <p><b>7. Modele secvențiale</b> Rețele neuronale recurente; propagare înapoi în timp; memorii de tip LSTM; arhitecturi encoder-decoder; mecanisme de atenție; modele secvență-secvență</p> <p><b>8. Metode de explicabilitate</b> Explicabilitate bazată pe model; explicabilitate bazată pe intrare; explicabilitate bazată pe ieșire; hărți de saliență; extragerea regulilor; vizualizarea modelului</p> <p><b>9. Explicații locale</b> LIME; SHAP; propagarea relevanței strat cu strat; explicații contrafactice; exemple adversariale; explicații bazate pe exemple</p> <p><b>10. Învățare cu întărire bazată pe aproximare funcțională</b> Predicție pe politica curentă cu aproximare; metode în afara politicii curente cu aproximare; învățare prin diferență temporală; algoritmi n-pași; urme de eligibilitate; aproximarea funcțiilor</p> <p><b>11. Optimizarea politicilor</b> Metode bazate pe gradientul politicii; învățare cu întărire bazată pe model; modelul mediului; planificare și învățare; optimizarea deciziei; control adaptiv</p> <p><b>12. Adaptare și generalizare</b> Învățare cu întărire ierarhică; metaînvățare; transfer între sarcini; reutilizarea subpoliticilor; adaptare rapidă; generalizare</p> <p><b>13. Elemente de teoria jocurilor</b> Jocuri cu sumă generală; echilibru Nash; jocuri cooperative; formularea interacțiunilor strategice; raționalitate; stabilitatea soluțiilor</p> <p><b>14. Metode de coordonare și decizii distribuite</b> Proiectarea mecanismelor; protocolul rețelelor de contracte; coordonare multi-agent; organizații de agenți</p>		
Bibliografie curs:		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Russell, S. J., &amp; Norvig, P. (2021). <i>Artificial Intelligence: A Modern Approach</i> (4th ed.). Pearson</li> <li>2. Goodfellow, I., Bengio, Y., &amp; Courville, A. (2016). <i>Deep Learning</i>. The MIT Press</li> <li>3. Sutton, R. S., &amp; Barto, A. G. (2018). <i>Reinforcement Learning: An Introduction</i> (2nd ed.). The MIT Press</li> <li>4. Shoham, Y., &amp; Leyton-Brown, K. (2009). <i>Multiagent Systems: Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations</i>. Cambridge University Press</li> <li>5. Wooldridge, M. (2009). <i>An Introduction to MultiAgent Systems</i> (2nd ed.). John Wiley &amp; Sons</li> <li>6. Molnar, C. (2025). <i>Interpretable Machine Learning: A Guide for Making Black Box Models Explainable</i> (3rd ed.). Leanpub</li> <li>7. Dingli, A., &amp; Farrugia, D. (2023). <i>Neuro-Symbolic AI: Design Transparent and Trustworthy Systems That Understand the World as You Do</i>. Packt Publishing</li> <li>8. Murphy, K. P. (2022). <i>Probabilistic Machine Learning: An Introduction</i>. The MIT Press</li> <li>9. Pearl, J. (2009). <i>Causality: Models, Reasoning, and Inference</i> (2nd ed.). Cambridge University Press</li> <li>10. Sun, R. (Ed.). (2023). <i>The Cambridge Handbook of Computational Cognitive Sciences</i>. Cambridge University Press</li> <li>11. Articole recente din reviste și conferințe de top din domeniu, recomandate pe fiecare temă.</li> </ol>		
<b>9.2a Seminar</b>	Metode de lucru <sup>16</sup>	Observații, timp alocat

## 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală (se recomandă să fie în concordanță cu numărul de ore alocat fiecărui tip de activitate)
10.4 Examen/ /Verificare	Completitudinea și profunzimea cunoștințelor; coerența logică și forța de argumentare; capacitatea de analiză critică a literaturii; abilitatea de integrare a mai multor paradigme de inteligență artificială; originalitatea formulării unor direcții de cercetare; utilizarea corectă a limbajului de specialitate; capacitatea de a evalua limitele, riscurile și implicațiile metodelor studiate	Examen	100%
10.5a Seminar			
10.5b Laborator			
10.5c Proiect			
10.6 Condiții de promovare			
Promovarea disciplinei presupune obținerea notei minime 5 la evaluarea finală și susținerea unui referat critic. Se urmărește nu doar reproducerea informației, ci și capacitatea de analiză critică, sinteză și formulare de perspective proprii de cercetare.			

Data completării: 16.09.2025

Titular de curs: prof. dr. ing. Florin Leon *Florin*

Director de departament:  
Conf. dr. ing. Andrei Stan

Decan,  
Prof. dr. ing. Adrian Burlacu

Data avizării în departament:

Director Școală Doctorală,

Licență/ Masterat.

<sup>2</sup> 1-4 pentru licență, 1-2 pentru masterat.

<sup>3</sup> 1-8 pentru licență, 1-4 pentru masterat.

<sup>4</sup> Examen (E), verificare (V) – din planul de învățământ.

<sup>5</sup> DOB – disciplină obligatorie, DOP – disciplină opțională, DFA – disciplină facultativă;

<sup>6</sup> Este egal cu 14 săptămâni x numărul de ore de la punctul 3.1 (similar pentru 3.5, 3.6abc).

<sup>7</sup> Liniile de mai jos se referă la studiul individual; totalul se completează la punctul 3.7.

<sup>8</sup> Între 2 și 6 ore. Acestea reprezintă ore didactice și nu se includ în studiul individual.

<sup>9</sup> Suma valorilor de pe liniile anterioare, care se referă la studiul individual.

<sup>10</sup> Suma dintre numărul de ore de activitate didactică directă (3.4) și numărul de ore de studiu individual (3.7); trebuie să fie egală cu numărul de credite alocate disciplinei (punctul 3.9) x 27 de ore pe credit.

<sup>11</sup> Se menționează disciplinele obligatoriu a fi promovate anterior sau echivalente.

<sup>12</sup> Tablă, vidoproiector, flipchart, materiale didactice specifice etc.

<sup>13</sup> Tehnică de calcul, pachete software, standuri experimentale, etc.

<sup>14</sup> Rezultatele învățării prezentate sub formă de cunoștințe, aptitudini, responsabilitate și autonomie specifice disciplinei. Acestea vor fi corelate cu rezultatele învățării pe domenii fundamentale și domenii de licență (Anexa 2 din Standarde specifice ARACIS, [www.aracis.ro/wp-content/uploads/2025/04/Standarde-specifice-programe-de-studii-universitare-de-licenta-aprilie-2025.pdf](http://www.aracis.ro/wp-content/uploads/2025/04/Standarde-specifice-programe-de-studii-universitare-de-licenta-aprilie-2025.pdf)). Pentru programele de masterat, rezultatele învățării sunt aferente nivelului 7 din CNC.

<sup>15</sup> Titluri de capitole și paragrafe.

<sup>16</sup> Discuții, dezbateri, prezentare și/sau analiză de lucrări, rezolvare de exerciții și probleme.

<sup>17</sup> Demonstrație practică, exercițiu, experiment.

<sup>18</sup> Studiu de caz, demonstrație, exercițiu, analiza erorilor etc.

**SYLLABUS**  
Academic year 2025-2026

Dean,  
Prof. dr. eng. Adrian Burlacu

**1. Program data**

1.1 Higher education institution	“Gheorghe Asachi” Technical University of Iași
1.2 Faculty	Automatic Control and Computer Engineering
1.3 Department	Computers
1.4 Field of studies	Computers and Information Technology
1.5 The cycle of studies <sup>1</sup>	Doctoral School
1.6 Study program	

**2. Subject data**

2.1 Name of the subject / Code	<b>Intelligent Cyber-Security (Securitate cibernetică inteligentă) / AI.210</b>						
2.2 Course coordinator	Lect. dr. eng. Alexandru ARCHIP						
2.3 Application instructor	Lect. dr. eng. Alexandru ARCHIP						
2.4 Year of study <sup>2</sup>	2	2.5 Semester <sup>3</sup>	3	2.6 Type of assessment <sup>4</sup>	colloquium	2.7 Type of subject <sup>5</sup>	DA

**3. Estimated total time of daily activities (hours per semester)**

3.1 Number of hours per week	2	3.2 lectures	1	3.3a sem.		3.3b laboratory		3.3c project	1
3.4 Total hours in curriculum <sup>6</sup>	28	3.5 lectures	14	3.6a sem.		3.6b laboratory		3.6c project	14
Distribution of the time fund <sup>7</sup>									No. hours
Study by textbook, course support, bibliography and notes									42
Additional documentation in the library, on specialist electronic platforms and in the field									40
Preparation of seminars/labs/projects, assignments, reports and portfolios									20
Tutorial <sup>8</sup>									
Examinations <sup>9</sup>									5
Other activities:									
3.7 Total hours of individual study <sup>10</sup>	107								
3.8 Total hours per semester <sup>11</sup>	135								
3.9 Number of credits	5								

**4. Prerequisites (where applicable)**

4.1 curriculum <sup>12</sup>	Recommended: AI.101 - Fundamentals of Machine Learning AI.106 - Deep Learning
4.2 competences	Recommended: - ability to work with ML techniques (clustering, classification, association analysis) - knowledge of how computers operate, how software systems/applications are built - knowledge of computer networks, distributed systems/applications and Web

**5. Conditions (where applicable)**

5.1 conducting the lectures <sup>13</sup>	• Blackboard, video projector
---	-------------------------------

<sup>1</sup> Bachelor / Master

<sup>2</sup> 1-4 for Bachelor's, 1-2 for Master's

<sup>3</sup> 1-8 for Bachelors, 1-3 for Masters

<sup>4</sup> Exam, colloquium or VP A/R – from the curriculum

<sup>5</sup> DF - fundamental subject, DID - subject in the field, DS - specialized subject or DC - complementary subject - from the education plan

<sup>6</sup> It is equal to 14 weeksx number of hours from point 3.1 (similar for 3.5, 3.6abc)

<sup>7</sup> The lines below refer to the individual study; the total is completed at point 3.7.

<sup>8</sup> Between 7 and 14 hours

<sup>9</sup> Between 2 and 6 hours

<sup>10</sup> The sum of the values on the previous lines, which refer to the individual study.

<sup>11</sup> The sum of the number of hours of direct teaching activity (3.4) and the number of hours of individual study (3.7); must be equal to the number of credits allocated to the subject (point 3.9)x 24 hours per credit.

<sup>12</sup> Mention the subjects that must be passed previously or equivalent

<sup>13</sup> Blackboard, video projector, flipchart, specific teaching materials, etc.

5.2 conducting the seminar / laboratory / project <sup>14</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laboratory room with computers and Internet access</li> <li>IntelliJ/ PyCharm or similar IDE (academic license) for Java/Python programming languages</li> </ul>
---	---

## 6. Specific competences accumulated<sup>15</sup>

Number of credits assigned to the subject <sup>16</sup> :			4	Distribution of credits per competences <sup>17</sup>
<b>Professional competences</b>	CP1	Knowledge of advanced concepts of computer science and information technology and the ability to work with these concepts.		0.5
	CP2	Scientific and practical research in the field of artificial intelligence.		0,5
	CP3	Problem solving using artificial intelligence methods and techniques.		1
	CP4	Design and development of artificial intelligence systems.		0.5
	CP5	Utilization of artificial intelligence tools and technologies.		0.5
	CP6			
	CPS1			
	CPS2			
<b>Transversal competences</b>	CT1	Legislation compliant application of the intellectual property rights and of the principles, norms and values of the professional ethics code within their own strategies for rigorous, effective and responsible work.		0.2
	CT2	Application of communication techniques and effective group work; developing empathic interpersonal communication skills and assuming leadership roles/functions in a multi-specialized team.		0.4
	CT3	Creating opportunities for continuous training and the effective utilization of learning resources and techniques for personal development.		0.4
	CTS			

## 7. Learning outcomes

Knowledge	<ul style="list-style-type: none"> <li>demonstrates deep, specialized knowledge of advanced threat and defense paradigms, including Advanced Persistent Threats (APT) and the Cyber Kill Chain methodologies;</li> <li>critically evaluates the theoretical foundations and architectural differences between signature-based and anomaly-based detection within complex host and network environments (HIDS/NIDS);</li> <li>synthesizes state-of-the-art AI/ML data models and threat intelligence sources required for identifying and mitigating sophisticated attack vectors (e.g., Command Injection, DoS, Phishing);</li> <li>comprehensively understands advanced autonomous defense frameworks (SOAR principles) and the complex mechanics of Adversarial Machine Learning;</li> <li>critically assesses the vulnerabilities of AI/ML-based defensive tools when exposed to adversarial evasion or poisoning tactics.</li> </ul>
Skills	<ul style="list-style-type: none"> <li>designs and executes complex, controlled attack simulations to rigorously analyze underlying threat patterns and extract high-fidelity intelligence data;</li> <li>architects and develops advanced AI/ML-based detection and prevention pipelines, capable of processing multidimensional cybersecurity datasets;</li> <li>innovates by either integrating custom machine learning models into established security infrastructures or by engineering robust, standalone threat mitigation frameworks;</li> <li>evaluates, validates, and optimizes the resilience of defensive ML models against adversarial attacks, applying rigorous scientific and engineering methodologies.</li> </ul>
Responsibility and autonomy	<ul style="list-style-type: none"> <li>conducts independent, high-level research to conceptualize and implement end-to-end AI-driven cybersecurity solutions, managing complex project lifecycles with full autonomy;</li> <li>assumes strict scientific, professional, and ethical responsibility when handling sensitive threat intelligence, simulating network exploits, and developing autonomous defense mechanisms;</li> <li>produces high-quality, research-grade technical documentation and scientific reports, capable of contributing to the broader academic or industrial knowledge base in AI and cybersecurity;</li> </ul>

<sup>14</sup> Computing technique, software packages, experimental stands, etc.

<sup>15</sup> Competencies from the G1 and G1bis Grids of the study program, adapted to the specifics of the subject, for which credits are allocated ([www.rncis.ro](http://www.rncis.ro) or the faculty website)

<sup>16</sup> From the education plan

<sup>17</sup> The credits allocated to the subject are distributed on professional and transversal competences according to the specifics of the subject

- demonstrates strategic adaptability and critical self-reflection, proactively updating defensive postures in response to the rapidly evolving landscape of cyber threats.

## 8. Contents

8.1 Course <sup>18</sup>	Teaching methods <sup>19</sup>	Remarks
<p><b>1. Introduction to Cybersecurity (2h)</b> Computer security and human factors. Threat and defense models: Cyber Kill Chain &amp; Advanced Persistent Threat.</p> <p><b>2. HIDS/NIDS and preventive approaches (2h)</b> Attack patterns on host/network. Detection vs. prevention. Signature vs. anomaly based attack detection. Data sources (threat intelligence) and data models for AI/ML applications.</p> <p><b>3. Case studies - host attack patterns (2h)</b> Command injection techniques. Data sources and AI/ML models for detection and prevention.</p> <p><b>4. Case studies - network attack patterns (2h)</b> Denial-of-Service attacks and network intrusion techniques. Data sources and AI/ML models for detection and prevention.</p> <p><b>5. Case studies - social attacks (2h)</b> Phishing attacks - impact and challenges. Data sources and AI/ML models for detection and prevention.</p> <p><b>6. Autonomous defense systems (2h)</b> Concepts and vision. Security Orchestration, Automation and Response (SOAR) principles.</p> <p><b>7. Adversarial ML (2h)</b> Advanced attack patterns and AI/ML models used in cyber attacks. Impact on AI/ML based defensive tools.</p>	<p>Lectures with PDF presentations, explanations and answers to questions.</p>	<p>Lectures will take place during the first 7 weeks of the semester.</p>
<p><b>Course references:</b></p>		
<p>[1] Giovanni Apruzzese, Pavel Laskov, Edgardo Montes de Oca, Wissam Mallouli, Luis Brdalo Rapa, Athanasios Vasileios Grammatopoulos, and Fabio Di Franco. <i>The Role of Machine Learning in Cybersecurity</i>. Digital Threats 4, 1, Article 8 (March 2023), 38 pages. 2023. <a href="https://doi.org/10.1145/3545574">https://doi.org/10.1145/3545574</a></p> <p>[2] Dasgupta D, Akhtar Z, Sen S. Machine learning in cybersecurity: a comprehensive survey. The Journal of Defense Modeling and Simulation. 2022;19(1):57-106. doi:10.1177/1548512920951275</p> <p>[3] M. Hemmati and M. A. Hadavi, <i>Using Deep Reinforcement Learning to Evade Web Application Firewalls</i>, 2021 18th International ISC Conference on Information Security and Cryptology (ISCISC), Isfahan, Iran, Islamic Republic of, 2021, pp. 35-41, doi: 10.1109/ISCISC53448.2021.9720473.</p> <p>[4] Vaclav Bartos, Martin Zadnik, Sheikh Mahbub Habib, Emmanouil Vasilomanolakis, <i>Network entity characterization and attack prediction</i>, Future Generation Computer Systems, Volume 97, 2019, Pages 674-686, ISSN 0167-739X, <a href="https://doi.org/10.1016/j.future.2019.03.016">https://doi.org/10.1016/j.future.2019.03.016</a></p> <p>[5] Kaur, J., Garg, U. &amp; Bathla, G. <i>Detection of cross-site scripting (XSS) attacks using machine learning techniques: a review</i>. Artif Intell Rev 56, 12725–12769 (2023). <a href="https://doi.org/10.1007/s10462-023-10433-3">https://doi.org/10.1007/s10462-023-10433-3</a></p> <p>[6] Wei Zhang, Yueqin Li, Xiaofeng Li, Minggang Shao, Yajie Mi, Hongli Zhang, Guoqing Zhi, <i>Deep Neural Network-Based SQL Injection Detection Method</i>, Security and Communication Networks, vol. 2022, Article ID 4836289, 9 pages, 2022. <a href="https://doi.org/10.1155/2022/4836289">https://doi.org/10.1155/2022/4836289</a></p> <p>[7] Manuel Sánchez-Paniagua, Eduardo Fidalgo, Enrique Alegre, Rocío Alaiiz-Rodríguez, <i>Phishing websites detection using a novel multipurpose dataset and web technologies features</i>, Expert Systems with Applications, Volume 207, 2022, 118010, ISSN 0957-4174, <a href="https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118010">https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118010</a></p> <p>[8] Mironeanu, Cătălin, Alexandru Archip, Cristian-Mihai Amarandei, and Mitică Craus. <i>Experimental Cyber Attack Detection Framework</i>, Electronics 10, no. 14: 1682. 2021. <a href="https://doi.org/10.3390/electronics10141682">https://doi.org/10.3390/electronics10141682</a></p> <p>[9] <a href="https://attack.mitre.org/">https://attack.mitre.org/</a></p> <p>[10] Wagner, C. and Dulaunoy, Al. and Wagener, G. and Iklody, A., <i>MISP: The Design and Implementation of a Collaborative Threat Intelligence Sharing Platform</i>, Proceedings of the 2016 ACM on Workshop on Information Sharing and Collaborative Security, pages 49-56, 2016, ACM - <a href="https://www.misp-project.org/">https://www.misp-project.org/</a></p>		

<sup>18</sup> Chapter and paragraph headings

<sup>19</sup> Exposition, lecture, blackboard presentation of the studied issue, use of video projector, discussions with students (for each chapter, if applicable)

8.2a Seminar	Teaching methods <sup>20</sup>	Remarks
8.2b Laboratory	Teaching methods <sup>21</sup>	Remarks
8.2c Project	Teaching methods <sup>22</sup>	Remarks
<p>Individual or team project to design and implement a multiagent system. Stages:</p> <p><b>1. Clarification of the project topic (2h)</b> Establish target attack types and AI/ML models/algorithms to be studied and implemented</p> <p><b>2. Solution design (4h)</b> Simulate the attack to understand the underlying pattern. Establish and acquire target data/data source. Build the data model and design the prevention solution.</p> <p><b>4. Implementation of the solution based on the design made in the previous stages (6h)</b> Implement the demo application based on the previously selected AI/ML models/algorithms. Determine the final data format for the results. Integrate the result model with existing, classic detection &amp; prevention tools or develop a stand-alone demo detection &amp; prevention application based on this result model.</p> <p><b>5. Elaboration of the documentation, verification of its correctness (2h)</b></p>		
<p><b>Applications (laboratory / project) references:</b></p> <p>See “Course references”</p>		

**9. Corroboration of the contents of the subject with the expectations of representatives of the epistemic community, professional associations and representative employers in the field related to the program<sup>23</sup>**

While technological evolution has been beneficial to more robust and secure applications, it has also allowed a greater variety of cyber-attacks. Classic security tools tend to become obsolete, while a huge amount of both benign and malicious data is seemingly unused. Nowadays, AI/ML techniques seem to be the de facto standard in processing such data and cyber-security seems to be yet another field they could be beneficial for. Several high-ranking security companies are already employing such techniques to further their security products. This course could enrich professionals with the knowledge required to build better, more robust security tools.

Furthermore, similar lectures and research interests can be found at different universities such as Oxford, Harvard, Berkeley or TU Wien.

**10. Evaluation**

Type of activity	10.1 Evaluation criteria	10.2 Evaluation methods		10.3 Weight in the final grade
10.4a Colloquium	Acquired theoretical and practical knowledge (quantity, correctness, accuracy)	Periodic tests <sup>24</sup> :		50% (minimum 5)
		Homework:		
		Other activities <sup>25</sup> :		
		Final evaluation:	100%	
10.4b Seminar				
10.4c Laboratory				
10.4d Project	The quality of the completed project, the correctness of the project documentation, the reasoning of the chosen solutions	<ul style="list-style-type: none"> <li>Self-assessment, presentation and/or defense of the project</li> <li>Critical evaluation of a project</li> </ul>		50% (minimum 5)
10.5 Minimum performance standard <sup>26</sup> :				

<sup>20</sup> Discussions, debates, presentation and/or analysis of papers, solving exercises and problems

<sup>21</sup> Practical demonstration, exercise, experiment

<sup>22</sup> Case study, demonstration, exercise, error analysis, etc.

<sup>23</sup> The connection with other subjects, the usefulness of the subject on the labor market

<sup>24</sup> The number of tests and the weeks in which they will be held will be specified.

<sup>25</sup> Scientific circles, professional competitions, etc.

- replicate a classic ML approach for a known attack (e.g. SQLi or XSS detection and prevention)
- describe and debate on basic feature selection and evaluation metrics for ML/AI algorithms

Date of completion,  
3 September 2025

Signature of course coordinator,  
Lect. dr. eng. Alexandru ARCHIP



Signature of application instructor,  
Lect. dr. eng. Alexandru ARCHIP



Date of approval in the department,  
21 September 2025

Director of department,  
Assoc. prof. dr. eng. Andrei Stan

---

<sup>26</sup>The minimum performance standard from the competences grid of the study program is customized to the specifics of the subject, if applicable.

**FIȘA DISCIPLINEI**  
Anul universitar: 2025-2026

**1. Date despre program**

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași
1.2 Facultatea	Automatică și Calculatoare
1.3 Departamentul	Calculatoare
1.4 Domeniul de studii	Calculatoare și Tehnologia Informației
1.5 Ciclul de studii	Scoala Doctorala
1.6 Programul de studii	

**2. Date despre disciplină**

2.1.1 Denumirea disciplinei – (în limba română) (în limba engleză, conform Suplimentului la diplomă)	Sisteme de intrare-ieșire				
2.1.2. Codul disciplinei					DS
2.2 Titularul / titularii activităților de curs	Prof. Mircea Hulea				
2.3 Titularul / titularii activităților de aplicații (S, L, P, Pr)	Prof. Mircea Hulea				
2.4 Anul de studii	1	2.5 Semestrul	1	2.6 Tipul de evaluare	E
				2.7 Opționalitate	DO

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	3.2 curs	2	3.3a sem.	0	3.3b laborator	1	3.3c proiect	1	3.3.d practică	
3.4 Total ore din planul de învățământ	56	3.5 curs	28	3.6a sem.	0	3.6b laborator	14	3.6c proiect	14	3.6.d	0
Distribuția fondului de timp											
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe											Nr. ore
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren											42
Pregătire seminarii/ laboratoare/ proiecte, teme, referate și portofolii											40
Examinări											20
Alte activități:											5
3.7 Total ore studiu individual											107
3.8 Total ore pe semestru											135
3.9 Numărul de credite											5

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

4.1 de curriculum	•Recomandate: Proiectarea sistemelor digitale, Sisteme încorporate
4.2 de rezultate ale învățării	• Studentul trebuie sa fie capabil sa programeze microcontrolere si sa proiecteze sisteme încorporate

**5. Condiții**

5.1 de desfășurare a cursului	• Tabla, videoproiector, materiale didactice specifice
5.2 de desfășurare a seminarului /	• Calculatoare tip PC, Plăci de dezvoltare bazate pe microcontroller – Exemplu: Raspberry PI PICO

**6. Obiectivul general al disciplinei**

La aceasta disciplina va vor fi prezentate elementele principale referitoare la principalele echipamente periferice precum si protocoalele de comunicare utilizate de acestea. De asemenea o atentie deosebita va fi acordata comunicatiei vocale dintre om si calculator.

**7. Rezultatele învățării**

Cu noștile	Studentul / Absolventul:
Aptitudinile	Studentul / Absolventul: Stie să implementeze un sistem bazat pe microcontroler ce realizeaza recunoasterea vocala dependenta si independenta de vorbitor; Are capacitatea să proiecteze si să
Responsabilitățile	Studentul / Absolventul: Se comportă onorabil, responsabil, etc. pentru a-si asigura reputatia profesionala;

**8. Metode de predare**

În cadrul procesului de predare, explicația reprezintă o metodă didactică fundamentală, care trebuie să fie clară, logic structurată, concisă și adecvată contextului de predare. Demonstrația facilitează formarea unei reprezentări

**9. Conținuturi**

9.1. Curs		Metode de predare	Timp alocat
1	Tipuri de comunicație între PC si dispozitive periferice1.1. Magistrale seriale USB, SPI, I2C	Expunere, prezentare la tabla, utilizare videoproiector, discutii cu studentii.	4 ore
2	Interfata USB2.1. Structura, Registri, Descriptori 2.2. Interfata USB pentru mouse		4 ore
3	Interfatare video PC - Utilizator3.1. Placi grafice, 3.2. Interfete HDMI, DVI		4 ore
4	Afisaje 4.1. Cristale lichide; Diode OLED; Hartie electronica		4 ore
5	Interfatare audio PC – Utilizator 5.1. Dispozitive pentru recunoastere vocala		4 ore
6	Recunoasterea vocala dependenta de vorbitor 6.1. Esantionare semnal		4 ore
7	Recunoasterea vocala independenta de vorbitor 7.1. Modelul urechii umane		4 ore
Bibliografie:			
9.2b Laborator		Metode de lucru	Timp alocat
1	Proiectarea unei aplicații pe microcontroler pentru comunicatiap USB	Discutii, explicatii, implementarea de aplicații pe microcontroler.	4 ore
2	Implementarea unui circuit cu microfon pentru sisteme încorporate		4 ore
3	Implementarea unei aplicații ce permite eşantionarea semnalului audio recepționat de la microfon		4 ore
4	Preprocesarea semnalului în domeniul timp care implică ajustarea amplitudinii și memorarea etichetelor vocale		4 ore
5	Împlementarea Dinamic Time Warping		4 ore
6	Implementarea recunoașterii dependente de vorbitor a etichetelor vocale pe baza funcției		4 ore
7	Implementarea unui sistem bazat pe microcontroler si PC pentru recunoasterea vocala		3 ore
8	Prezentare proiect		1 ora
9.2b Laborator		Metode de lucru	Timp alocat
9.2c Proiect		Metode de lucru	Timp alocat

**10. Evaluare**

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală [%]
10.4 Examen / Verificare	Completitudinea și corectitudinea cunoștințelor. Coerența logică, fluența, forța de argumentare. Capacitatea de analiză de interpretare personală originalitatea creativitatea.	- observarea sistematică a studenților - test de evaluare formativ (verificări pe - test de evaluare sumativ (verificare	
10.5a Seminar	Capacitatea de aplicare în practică a cunoștințelor învățate. Capacitatea de analiză, de interpretare personală, originalitatea, creativitatea.	- participare activă la activități; - test de evaluare.	
10.5b Laborator	Activitatea de laborator – Capacitatea de lucra în echipă, Capacitatea de aplicare în practică, în contexte diferite, a cunoștințelor învățate.	- realizarea fișelor de laborator (toate lucrările de laborator trebuie efectuate, admițându-se recuperarea	
10.5c Proiect	Participarea la activitatea de proiectare, capacitatea de documentare, aplicarea cunoștințelor în activitatea de proiectare.	- efectuarea activității de proiectare; - finalizarea proiectului;	
10.6 Condiții de promovare			
Rezultatul evaluării finale la o disciplină rezultă prin considerarea punctajelor și ponderilor alocate fiecărei activități din cadrul disciplinei. Se vor acorda note întregi de la 10 la 1, nota 5			

<b>Data completării:</b>	24.09.2025	
<b>Titular/ titulari de curs:</b>	Prof. Mircea Hulea	
<b>Titular/ titulari de aplicații:</b>	Prof. Mircea Hulea	
<b>Data avizării în departament:</b>	15.09.2025	<b>Director de departament:</b> Conf. dr. ing. Andrei STAN
<b>Data aprobării în Consiliul</b>	18.09.2025	<b>Decan:</b> Prof.univ.dr.ing. Adrian BURLACU

**FIȘA DISCIPLINEI**  
Anul universitar: 2025-2026

**1. Date despre program**

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași
1.2 Facultatea	Automatică și Calculatoare
1.3 Departamentul	Calculatoare
1.4 Domeniul de studii	Calculatoare și Tehnologia Informației
1.5 Ciclul de studii	Doctorat
1.6 Programul de studii	

**2. Date despre disciplină**

2.1.1 Denumirea disciplinei – (în limba română) (în limba engleză, conform Suplimentului la diplomă)	Tehnologii blockchain <i>Blockchain Technologies</i>						
2.1.2. Codul disciplinei					2.1.3. Categoria formativă		
2.2 Titularul / titularii activităților de curs	Conf. dr. ing. Adrian Alexandrescu						
2.3 Titularul / titularii activităților de aplicații (S, L, P, Pr)							
2.4 Anul de studii	1	2.5 Semestrul	1	2.6 Tipul de evaluare	E	2.7 Opționalitate	DO/DI

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	2	3.2 curs	2	3.3a sem.	0	3.3b laborator	0	3.3c proiect	0	3.3.d practică	
3.4 Total ore din planul de învățământ	28	3.5 curs	28	3.6a sem.	0	3.6b laborator	0	3.6c proiect	0	3.6.d	0
Distribuția fondului de timp											Nr. ore
Studii 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/ proiecte, teme, referate și portofolii											25
Examinări											4
Alte activități:											8
3.7 Total ore studiu individual	97										
3.8 Total ore pe semestru	125										
3.9 Numărul de credite	5										

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

4.1 de curriculum	
4.2 de rezultate ale învățării	

**5. Condiții**

5.1 de desfășurare a cursului	Sală de curs dotată cu videoprojector, tablă și acces Internet
5.2 de desfășurare a seminarului /	

**6. Obiectivul general al disciplinei**

Formarea competențelor avansate de analiză, proiectare, implementare și evaluare a sistemelor bazate pe tehnologii blockchain, prin aprofundarea fundamentelor criptografice, a mecanismelor de consens, a contractelor inteligente, a securității, confidențialității, interoperabilității și scalabilității, în vederea dezvoltării de soluții inovatoare și a realizării de cercetări științifice originale la nivel doctoral.

**7. Rezultatele învățării**

<b>Cunoștințe</b>	Studentul / Absolventul: - să descrie fundamentele tehnologiilor blockchain și ale registrelor distribuite, precum și tipurile principale de rețele blockchain - să explice principiile criptografice utilizate în blockchain, inclusiv funcțiile hash, semnăturile digitale și arborii Merkle - să distingă mecanismele de consens distribuit și rolul acestora în asigurarea securității, finalității și toleranței la erori bizantine - să descrie principiile de funcționare ale contractelor inteligente, ale aplicațiilor descentralizate și ale principalelor platforme blockchain - să explice noțiunile de bază privind securitatea, confidențialitatea, interoperabilitatea și scalabilitatea sistemelor blockchain - să recunoască domeniile de aplicare și direcțiile actuale de cercetare în blockchain, inclusiv DeFi, identitatea digitală și tehnologiile post-cuantice
<b>Aptitudini</b>	Studentul / Absolventul: - să analizeze cerințele unui sistem blockchain și să aleagă arhitectura adecvată în funcție de tipul rețelei, modelul de date și mecanismul de consens - să proiecteze și să implementeze prototipuri blockchain și aplicații descentralizate utilizând platforme și instrumente specifice - să dezvolte, să testeze și să evalueze contracte inteligente, urmărind corectitudinea funcțională și eficiența execuției - să identifice vulnerabilități la nivel de protocol și de contract inteligent și să aplice măsuri adecvate de securizare și audit - să integreze mecanisme de scalabilitate, interoperabilitate și confidențialitate, inclusiv soluții Layer 2, protocoale cross-chain și tehnici de cunoaștere zero - să elaboreze analize comparative, scenarii experimentale și direcții de cercetare pentru evaluarea tehnologiilor blockchain avansate și a aplicațiilor acestora
<b>Responsabilitate și autonomie</b>	Studentul / Absolventul: - să utilizeze în mod responsabil conceptele, metodele și instrumentele specifice tehnologiilor blockchain în contexte academice, de cercetare și de dezvoltare avansată - să ia decizii argumentate privind alegerea arhitecturilor, mecanismelor de consens și soluțiilor de securitate, în raport cu cerințele aplicației și constrângerile mediului de implementare - să evalueze critic rezultatele experimentale, limitele soluțiilor propuse și impactul tehnologiilor blockchain asupra performanței, confidențialității și interoperabilității - să manifeste autonomie în proiectarea, dezvoltarea și validarea unor prototipuri sau direcții de cercetare originale în domeniul blockchain - să respecte cerințele de etică, securitate, protecția datelor și conformitate aplicabile sistemelor distribuite și aplicațiilor descentralizate - să colaboreze în echipe de cercetare interdisciplinare și să comunice clar, riguros și argumentat rezultatele obținute în contexte științifice și profesionale

**8. Metode de predare**

Predarea se bazează pe expunere interactivă, analiză de concepte și protocoale, studii de caz, discuții critice și exemple aplicative specifice tehnologiilor blockchain. Activitatea didactică urmărește corelarea fundamentelor teoretice cu probleme actuale de cercetare, prin încurajarea participării active, a argumentării științifice și a evaluării comparative a soluțiilor existente.

## 9. Conținuturi

9.1. Curs		Metode de predare	Timp alocat
1	Fundamente criptografice pentru blockchain - Funcții hash criptografice: SHA-256, Keccak-256, proprietăți de rezistență la coliziuni - Criptografie asimetrică: ECDSA, Ed25519, generare și gestionare chei - Arbori Merkle și Merkle Patricia Tries — integritatea datelor în lanțuri de blocuri - Semnături digitale agregate (BLS, Schnorr) și aplicații în consens - Scheme de angajament și protocoale de provocare-răspuns	Expunere, prelegere, prezentare online, discuții cu studenții	2 ore
2	Arhitecturi și modele de date blockchain - Structura unui bloc: antet, tranzacții, nonce, timestamp, Merkle root - Tipuri de rețele: publice, private, consortium, permissioned și permissionless - Modele de date: UTXO versus account-based - Rețele peer-to-peer: propagarea mesajelor, gossip, descoperirea nodurilor - Exemple de platforme: Bitcoin, Ethereum, Hyperledger Fabric		2 ore
3	Mecanisme de consens distribuit - Proof of Work: puzzle-uri computaționale, dificultate adaptivă, mining - Proof of Stake și variante: delegated, nominated, liquid staking - Algoritmi Byzantine Fault Tolerance: PBFT, Tendermint, HotStuff, QBFT - Finalitate, liveness și safety în protocoalele distribuite - Metrici de evaluare: throughput, latență, toleranță la atacuri Sybil		2 ore
4	Contracte inteligente: teorie și practică - Modelul EVM: opcode-uri, execuție pe stack, consum de gas - Limbaje de programare: Solidity, Vyper, Rust - Etapele unui contract: scriere, compilare, deploy, apel, upgrade - Tipuri de erori și bune practici de proiectare - Standarde uzuale: ERC-20, ERC-721, ERC-1155		2 ore
5	Securitate în sisteme blockchain - Atacuri la nivel de protocol: 51%, selfish mining, eclipse, long-range - Vulnerabilități în smart contracts: reentrancy, overflow, access control - Audit static și dinamic al codului contractelor - Atacuri asupra oracolelor și manipularea prețurilor - Modele de securitate și strategii de mitigare		2 ore
6	Scalabilitate și soluții Layer 2 - Trilemma blockchain: securitate, descentralizare, scalabilitate - State channels și payment channels - Rollup-uri optimiste: fraud proofs și perioade de contestare - ZK-rollups: validity proofs și verificare eficientă - Sharding și data availability în sisteme moderne		2 ore
7	Protocoale de cunoaștere zero - Relații NP, circuite aritmetice și constrângeri algebrice - zk-SNARKs: trusted setup, generarea și verificarea dovezilor - zk-STARKs: transparență, scalabilitate, rezistență post-cuantică - Aplicații: confidențialitate, identitate, verificarea calculelor - Instrumente și framework-uri pentru dezvoltare de circuite		2 ore
8	Confidențialitate și anonimizare în blockchain - Pseudonimitate versus anonimitate completă - Tehnici de mixare și limitările lor - Ring signatures, stealth addresses și tranzacții confidențiale - Commitment-uri și range proofs pentru ascunderea valorilor - Analiza lanțului și metode de de-anonimizare		2 ore
9	Protocoale DeFi și aplicații financiare descentralizate - Automated Market Makers și modele de formare a prețului - Protocoale de lending și borrowing - Stablecoins: colateralizate, algoritmice, hibride - Lichiditate, lichidări și riscuri sistemice - Vulnerabilități DeFi: flash loans, oracle manipulation, contagion		2 ore
10	Identitate descentralizată și managementul datelor - Self-Sovereign Identity și controlul utilizatorului asupra identității - DID și Verifiable Credentials - Stocare descentralizată: IPFS, Filecoin, Arweave - Probleme juridice: confidențialitate, GDPR, dreptul la ștergere - Cazuri de utilizare: diplome, dosare medicale, acces securizat		2 ore
11	Interoperabilitate și rețele multi-blockchain - Bridge-uri între lanțuri și modele lock-mint sau burn-mint - Cross-chain messaging și transfer de active - Atomic swaps și contracte HTLC - Protocoale și ecosisteme interoperabile, precum Cosmos - Riscuri de securitate și suprafața de atac a podurilor cross-chain		2 ore

12	Blockchain și inteligență artificială - Trasabilitatea datelor și auditabilitatea modelelor AI - Federated learning cu coordonare descentralizată - Piețe de date și servicii AI tokenizate - Certificarea provenienței conținutului digital - Agenți autonomi și integrarea cu smart contracts		2 ore
13	Blockchain rezistent la calculul cuantic - Riscurile calculului cuantic pentru semnături și funcții hash - Algoritmi post-cuantici pentru criptare și semnături - Scheme hash-based și lattice-based - Strategii de migrare a infrastructurilor blockchain existente - Integrarea mecanismelor post-quantum în protocoale distribuite		2 ore
14	Directii de cercetare și tendințe emergente - Blockchain pentru IoT, edge computing și sisteme cyber-fizice - Tokenizarea activelor reale și a drepturilor digitale - Reglementare, conformitate și guvernanta on-chain - NFT-uri, metaverse și economii digitale - Metodologia cercetării experimentale în blockchain		2 ore
<b>9.2a Seminar</b>		<b>Metode de lucru</b>	<b>Timp alocat</b>
1			
<b>9.2b Laborator</b>		<b>Metode de lucru</b>	<b>Timp alocat</b>
1			
<b>9.2c Proiect</b>		<b>Metode de lucru</b>	<b>Timp alocat</b>
1			

#### 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală [%]
10.4 Examen / Verificare	Completitudinea și corectitudinea cunoștințelor. Coerența logică, fluența, forța de argumentare. Capacitatea de analiză, de interpretare personală, originalitatea, creativitatea. Gradul de asimilare a limbajului de specialitate și capacitatea de comunicare. Capacitatea de a valorifica abilitățile dobândite. Capacitatea de a prelucra datele și problemele enunțate.	- observarea sistematică a studenților	100%
		- test de evaluare formativ (verificări pe parcursul semestrului).	
		- test de evaluare sumativ (verificare finală) cu probă teoretică și practică	50%
10.5a Seminar	Capacitatea de aplicare în practică a cunoștințelor învățate. Capacitatea de analiză, de interpretare personală, originalitatea, creativitatea.	- participare activă la activități; - test de evaluare.	
10.5b Laborator	Activitatea de laborator – Capacitatea de lucru în echipă, Capacitatea de aplicare în practică, în contexte diferite, a cunoștințelor învățate.	- realizarea fișelor de laborator (toate lucrările de laborator trebuie efectuate, admitându-se recuperarea	
10.5c Proiect	Participarea la activitatea de proiectare, capacitatea de documentare, aplicarea cunoștințelor în activitatea de proiectare.	- efectuarea activității de proiectare; - finalizarea proiectului;	

#### 10.6 Condiții de promovare

Rezultatul evaluării finale la o disciplină rezultă prin considerarea punctajelor și ponderilor alocate fiecărei activități din cadrul disciplinei. Se vor acorda note întregi de la 10 la 1, nota 5 certificând dobândirea rezultatelor învățării minimale aferente unei discipline și acordarea creditelor de studii aferente acestora.

<b>Data completării:</b>	
<b>Titular/ titulari de curs:</b>	Conf. dr. ing. Adrian Alexandrescu
<b>Titular/ titulari de aplicații:</b>	
<b>Data avizării în departament:</b>	<b>Director de departament:</b> Conf. dr. ing. Andrei STAN
<b>Data aprobării în Consiliul</b>	<b>Decan:</b> Prof.univ.dr.ing. Adrian BURLACU