

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Babeș–Bolyai, Cluj–Napoca
1.2 Facultatea	Chimie și Inginerie Chimică
1.3 Departamentul	Inginerie Chimică
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Chimică
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Programul de studiu / Calificarea	Inginerie chimică - Ingineria și informatica proceselor chimice și biochimice / inginer

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Inteligență artificială cu aplicații în chimie și inginerie chimică CLR2361						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. dr. ing. Cristea Vasile Mircea						
2.3 Titularul activităților de seminar	Post vacant.						
2.4 Anul de studii	III	2.5 Semestrul	6	2.6. Tipul de evaluare	VP	2.7 Regimul disciplinei	DS/Obl.

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	Din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	56	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie, prezentări PowerPoint și notițe					18
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					6
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					14
Tutoriat					3
Examinări					3
3.7 Total ore studiu individual	44				
3.8 Total ore pe semestru	100				
3.9 Numărul de credite	4				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	<ul style="list-style-type: none"> Nu este cazul
4.2 de competențe	<ul style="list-style-type: none"> Nu este cazul

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1 De desfășurare a cursului	<ul style="list-style-type: none"> Studentii se vor prezenta la cursuri și seminarii cu telefoanele mobile închise Nu se acceptă întârzierea studenților la curs
5.2 De desfășurare a seminarului	<ul style="list-style-type: none"> Termenul predării temelor este stabilit de titularul de seminar de comun acord cu studenții. Nu se acceptă cererile de amânare decât pe motive obiectiv întemeiate. Pentru predarea cu întârziere a temelor, acestea vor fi depunctate cu 0.5 pct./săptămână de întârziere Nu se acceptă întârzierea studenților la seminar

6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> Utilizarea limbajului, conceptelor de modelare matematică și a tehnicilor de programare utilizând limbaje de programare de uz general și specific ingineriei chimice și de proces Explicarea funcționării aparatelor, utilajelor și proceselor de bază din industriile de proces pe baza mediilor software care descriu comportarea acestora prin modele matematice simple (staționare) și prin prelucrări statistice de date de proces Capacitatea de a înțelege și interpreta evoluția spațio-temporală a unui sistem chimic, de abstractizare și reprezentare a acestuia sub forma unui model matematic utilizând metodele neconvenționale ale inteligenței artificiale. Capacitatea de a utiliza metode neconvenționale de modelare și control inspirate din modul de organizare a sistemelor biologice. Dezvoltarea de modele matematice simple (dinamice) pentru aparatele, utilajele și procesele din industriile de proces și implementarea acestora în simulatoare utilizate la predicția evoluției principalelor mărimi de proces Adaptarea și utilizarea modelelor matematice pentru proiectarea tehnologică și implementarea acestora în sisteme de conducere automată cu scopul obținerii unor soluții optime prezentând avantaje economice, eficiență energetică mărită, siguranță sporită în exploatare și impact redus asupra mediului Identificarea și utilizarea adecvată a limbajului, conceptelor, abordărilor, teoriilor, modelelor și metodelor elementare pentru: monitorizarea procesului Implementarea de soluții hardware/software pentru probleme tipice și elementare de îmbunătățire a sistemelor de monitorizare
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> Comunicarea și argumentarea ideilor și a punctelor de vedere proprii, în mod clar și concis, utilizând moduri de comunicare bazate pe tehnologiile informatice convenționale și neconvenționale Informarea și documentarea permanentă în domeniul său de activitate în limba română și într-o limbă de circulație internațională, cu utilizarea metodelor moderne de informare și comunicare

7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"> Însușirea conceptelor fundamentale ale inteligenței artificiale și demonstrarea utilizării acestora în aplicații ale modelării și controlului automat, în ingineria de proces
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> Să dezvolte capacitatea de a aborda investigarea tehnică pe baza unor metode neconvenționale de modelare matematică, luare de decizii, și optimizare Să înțeleagă și să utilizeze instrumente specifice inteligenței artificiale pentru aplicațiile din ingineria de proces

8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
8.1.1. Definiția și clasificarea domeniilor IA, trecut și perspective. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> inteligența artificială, problematica IA, înțelegere, reprezentare, învățare, testul Turing, conjectura McCarthy, bază de cunoștințe, motor de inferență, cunoștințe euristice.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații
8.1.2. Neuronul natural și artificial. Tipuri de Rețele Neuronale Artificiale (RNA), clasificare.	Prelegerea, Explicația, Conversația,	Materiale folosite: Suport de curs tipărit,

<p><i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> Neuronul natural: sinapse, axon, dendrite, propagare impulsuri electrice. Intrări, ponderi, ieșiri, funcții de activare. Mecanismul sinaptic Hebb. Neuronul artificial, Modelul McCulloch-Pitts.</p>	<p>Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea</p>	<p>prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații</p>
<p>8.1.3. Perceptronul, structura și modul de prelucrare a informației. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> neuron artificial, funcția Heaviside, liniar-separabilitate, clasificare.</p>	<p>Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea</p>	<p>Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații</p>
<p>8.1.4. Metode de antrenare a perceptronului. Învățare supervizată și nesupervizată. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> Învățare (antrenare), reguli, algoritm, învățare supravegheată și nesupravegheată, evaluare performanțe.</p>	<p>Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea</p>	<p>Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații</p>
<p>8.1.5. RNA liniare. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> funcție de activare liniară, relație afină, filtru liniar, antrenare Widrow-Hoff, problema celor mai mici pătrate.</p>	<p>Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea</p>	<p>Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații</p>
<p>8.1.6. RNA recurente, dinamice. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> recurență, rețea Hopfield, linie de întârziere, evoluție temporală, simulator dinamic.</p>	<p>Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea</p>	<p>Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații</p>
<p>8.1.7. RNA de tip feedforward (FF). Metode de antrenare a RNA FF, algoritmul de învățare backpropagation. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> algoritmul delta/Widrow-Hoff de calcul a ponderilor, propagare directă, propagarea inversă a erorii, metoda gradientului.</p>	<p>Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea</p>	<p>Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații</p>
<p>8.1.8. Probleme specifice algoritmului de învățare backpropagation. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> inițializare ponderi, criterii de oprire, minime locale, convergență, învățare cu viteză adaptivă, proiectare rețea.</p>	<p>Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea</p>	<p>Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații</p>
<p>8.1.9. RNA de tip radial basis. RNA de regresie generalizată. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> funcție de activare radial basis, aproximare funcție, clasificare, regresie.</p>	<p>Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea</p>	<p>Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații</p>
<p>8.1.10. RNA de tip probabilistic. RNA de tip competitiv. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> funcție de activare competitivă, strat radial basis, clasificare.</p>	<p>Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea</p>	<p>Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații</p>
<p>8.1.11. RNA cu auto-organizare (Self-Organizing Maps). <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> clasificare cu autoorganizare.</p>	<p>Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea</p>	<p>Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații</p>
<p>8.1.12. Sisteme bazate pe utilizarea logicii fuzzy. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> mulțimi fuzzy, funcții de apartenență, reguli, fuzzyficare, inferență logică, defuzzyficare.</p>	<p>Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea</p>	<p>Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații</p>

8.1.13. Algoritmi genetici. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> optimizare, selecție naturală, generare de noi indivizi, crossover, mutație, minim global.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații
8.1.14. Sisteme expert. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> raționament euristic, descriere simbolică, bază de cunoștințe, mecanism de concluzionare, reguli de producție, structură ierarhizată.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații
Bibliografie <ol style="list-style-type: none"> 1. Anca Sipos, Vasile Mircea Cristea, Elena Mudura, Imre Lucaci Arpad, Dorina Bratfalean, Modelarea, simularea si conducerea avansată a bioproceselor fermentative, carte de specialitate; Editura Universității “Lucian Blaga” din Sibiu; Vol. II, 2014, 2. Simon Haykin, <i>Neural Networks A Comprehensive Foundation</i>, Mcmillan Publishing Company, Englewood Cliffs, NJ 07632, 1994, 3. Stuart J. Russel, Peter Norvig, <i>Artificial Intelligence a Modern Approach</i>, Prentice Hall, New Jersey, 1995. 4. V. M. Cristea, Prezentările PowerPoint ale cursurilor. Bibliografie suplimentară <ol style="list-style-type: none"> 5. L. J. Landau, J.G. Taylor (Editors), <i>Concepts for neural networks</i>. A survey, Springer, 1998, 6. Alexandru E. Woinaroschy, Rețele Neuronale, Universitatea Politehnica București, 1993, 7. Colin Fyfe, <i>Artificial Neural Networks</i>, Textbook, University of Paisley, 1996, 8. <i>Neural Networks Toolbox</i>, Matlab, documentation accompanying toolbox, 9. E. Sofron, N.Bizon, S. Ioniță, R. Răducu, <i>Sisteme de control fuzzy</i>, Ed. All Educational, București, 1998. <p>Nota: titlurile pot fi accesate la Biblioteca Departamentului de Inginerie Chimică, la filiala Facultății de Chimie și Inginerie Chimică a Bibliotecii Centrale Universitare “Lucian Blaga”.</p>		
8.2 Seminar/laborator	Metode de predare	Observații
8.2.1. Recapitularea elementelor de bază pentru programarea în mediul Matlab. Introducerea programelor demonstrative ale RNA Toolbox. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> matrice, operații cu matrice, cicluri “for/while”, utilizare instrucțiuni „if”, trasare reprezentare grafică “plot”	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, rezolvare de probleme	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și recapitularea noțiunilor de programare.
8.2.2. Familiarizarea cu Neural Netwok Design Demonstrations (NNDD). <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> Tipuri de rețele neuronale.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, rezolvare de probleme	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și parcurgerea Chapter 2 demos din NNDD.
8.2.3. Cunoașterea modului de lucru a perceptronului; exemplificare cu ajutorul NNDD. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> neuron artificial, funcția Heaviside, liniar- separabilitate, clasificare.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, rezolvare de probleme	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și parcurgerea Chapter 3 demos din NNDD.
8.2.4. Aplicații (calcul manual și implementare Matlab) pentru însușirea modului de antrenare a perceptronului. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> algoritm, învățare, evaluare performanțe.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, rezolvare de probleme	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente, parcurgerea Chapter 4 demos din NNDD, rezolvarea temei.
8.2.5. Aplicații și implementare în Neural Networks Toolbox (NNT) a proiectării, antrenării și simulării rețelelor liniare. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> relație afină, rețea adaptivă, filtru liniar, problema celor mai mici	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, rezolvare de probleme	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente, parcurgerea Chapter 10 demos din NNDD,

pătrate.		rezolvarea temei.
8.2.6. Aplicații și implementare în NNT a proiectării, antrenării și simulării rețelelor recurente, dinamice. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> recurență, linie de întârziere, evoluție temporală, simulator dinamic.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, rezolvare de probleme	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente, parcurgerea Chapter 10 demos din NNDD, rezolvarea temei.
8.2.7. Aplicații și implementare în NNT a proiectării, antrenării și simulării RNA de tip feedforward (FF) utilizând algoritmul de învățare backpropagation (I). <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> algoritmul delta, propagarea inversă a erorii, metoda gradientului.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, rezolvare de probleme	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente, parcurgerea Chapter 11 demos din NNDD, rezolvarea temei.
8.2.8. Aplicații și implementare în NNT a proiectării, antrenării și simulării RNA de tip feedforward (FF) utilizând algoritmul de învățare backpropagation (II). <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> algoritmul delta, propagarea inversă a erorii, metode de antrenare rapidă (gradient conjugat, Quasi-Newton, Levenberg-Marquardt).	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, rezolvare de probleme	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente, parcurgerea Chapter 12 demos din NNDD, rezolvarea temei.
8.2.9. Aplicații și implementare în NNT a proiectării, antrenării și simulării RNA de tip feedforward (FF) utilizând algoritmul de învățare backpropagation (III). <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> algoritmul delta, îmbunătățirea generalizării (regularizare, oprirea timpurie a antrenării), preprocesarea și postprocesarea datelor.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, rezolvare de probleme	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente, parcurgerea Chapter 12 demos din NNDD, rezolvarea temei.
8.2.10. Aplicații și implementare în NNT a proiectării, antrenării și simulării RNA de tip radial basis. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> aproximări funcții, clasificări, regresie.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, rezolvare de probleme	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente, rezolvarea temei.
8.2.11. Aplicații și implementare în NNT a proiectării, antrenării și simulării RNA de regresie generalizată. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> aproximări funcții, clasificări, regresie.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, rezolvare de probleme	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente, rezolvarea temei.
8.2.12. Aplicații și implementare în NNT a proiectării, antrenării și simulării RNA de tip probabilistic și RNA de tip competitiv. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> funcție de activare competitivă, strat radial basis, clasificare.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, rezolvare de probleme	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente, parcurgerea Chapter 14 demos din NNDD, rezolvarea temei.
8.2.13. Aplicații și demonstrație de implementare în Fuzzy Control Toolbox a unor sisteme care utilizează logica fuzzy. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> funcții de apartenență, reguli, fuzzyficare, inferență logică, defuzzyficare.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, rezolvare de probleme	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, rezolvarea temei.
8.2.14. Aplicații și demonstrație de implementare în Genetic Algorithm Optimization Toolbox a algoritmilor genetici. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> crossover, mutație, minim global.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, rezolvare de probleme	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, rezolvarea temei.

Bibliografie

1. Anca Sipos, Vasile Mircea Cristea, Elena Mudura, Imre Lucaci Arpad, Dorina Bratfalean, Modelarea, simularea si conducerea avansată a bioproceselor fermentative, carte de specialitate; Editura Universității “Lucian Blaga” din Sibiu; Vol. II, 2014,
2. Simon Haykin, *Neural Networks A Comprehensive Foundation*, Mcmillan Publishing Company, Englewood Cliffs, NJ 07632, 1994,
3. Stuart J. Russel, Peter Norvig, *Artificial Intelligence a Modern Approach*, Prentice Hall, New Jersey, 1995.

Bibliografie suplimentară

4. L. J. Landau, J.G. Taylor (Editors), *Concepts for neural networks. A survey*, Springer, 1998,
5. Alexandru E. Woinaroschy, *Rețele Neuronale*, Universitatea Politehnica București, 1993,
6. Colin Fyfe, *Artificial Neural Networks*, Textbook, University of Paisley, 1996,
7. *Neural Networks Toolbox*, Matlab, documentation accompanying toolbox,
8. E. Sofron, N.Bizon, S. Ioniță, R. Răducu, *Sisteme de control fuzzy*, Ed. All Educational, București, 1998.

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

- În elaborarea conținutului disciplinei au fost consultate cadre didactice de la facultățile de inginerie chimică și chimie aplicată din centrele universitare București, Iași, Timișoara și Brașov
- La discuțiile privind competențele oferite au participat și si-au exprimat cerințele reprezentanți ai mediului economic de la unități industriale reprezentative
- Competențele și calificările au fost stabilite în concordanță cu competențele din Suplimentul la diplomă și calificările din ANC

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Corectitudinea răspunsurilor – însușirea materiei predate, modul de gândire, corectitudinea și argumentarea soluțiilor la problemele subiectelor de examen	Examinare: Verificările pe parcurs, constau în elaborarea unor lucrări în care se vor da răspunsuri la subiectele (întrebări/ probleme) din tematica cursului/seminarului. Intenția de fraudă la examinare se pedepsește cu eliminarea din examinare. Frauda la examinare se pedepsește cu eliminarea din examinare și prin exmatriculare conform regulamentului ECST al UBB.	75%
10.5 Seminar/laborator	Corectitudinea răspunsurilor – însușirea și înțelegerea corectă a problematicii tratate la seminar; participarea activă la desfășurarea seminarului.	Temele rezolvate se prezintă la proxima întâlnire de seminar.	10%
	Calitatea temelor rezolvate, teste.		15%
10.6 Standard minim de performanță			
<ul style="list-style-type: none">Înțelegerea rolului, ariei de utilizare și a principiilor care stau la baza funcționării instrumentelor inteligentei artificiale.			

- Obținerea notei minime 5 (cinci) atât la evaluările legate de curs, seminar, rezolvările temelor primite și teste.
- Obținerea notei minime 5 (cinci) atât la evaluarea părții teoretice cât și a celei de probleme, la verificările pe parcurs.

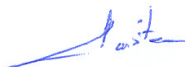
Data completării

Semnătura titularului de curs

Semnătura titularului de seminar

12.04.2022

Cristea V.M.

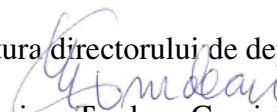


Data avizării în departament

Semnătura directorului de departament

26.04.2022

Prof. dr. ing. Turdean Graziella



.....