

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Univeristatea 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	Master
1.6 Programul de studiu / Calificarea	Inginerie chimică avansată de proces

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	<b>Modelarea matematică a proceselor și inteligență artificială–CME 7319</b>						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. dr. ing. Cristea Vasile Mircea						
2.3 Titularul activităților de seminar	Prof. dr. ing. Cristea Vasile Mircea						
2.4 Anul de studiu	I	2.5 Semestrul	1	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Oblig.

### 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 și notițe					25
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					18
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					20
Tutoriat					3
Examinări					3
Alte activități:					-
3.7 Total ore studiu individual	69				
3.8 Total ore pe semestru	125				
3.9 Numărul de credite	5				

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

4.1 de curriculum	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cunoștințe generale de inginerie și matematică</li> </ul>
4.2 de competențe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abilități generale de utilizarea calculatorului (Matlab)</li> </ul>

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

5.1 De desfășurare a cursului	<ul style="list-style-type: none"> <li>Studentii se vor prezenta la curs și seminar cu telefoanele mobile închise</li> <li>Nu va fi acceptată întârzierea la cursuri</li> </ul>
5.2 De desfășurare a seminarului/laboratorului	<ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pentru predarea cu întârziere a temelor, acestea vor fi depunctate cu 0.5 pct./săptămână de întârziere</li> <li>• Nu se acceptă întârzierea studenților la seminar</li> </ul>
--	--

## 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definirea limbajului și identificarea conceptelor avansate din domeniul modelării matematice și utilizării sistemului de calcul pentru dezvoltarea aplicațiilor de inginerie chimică</li> <li>• Dezvoltarea de competențe pentru utilizarea tehnicilor informatice în legătură cu procesarea de date, modelarea și simularea proceselor chimice și biochimice prin abstractizarea și reprezentarea sistemului sub forma modelelor matematice, utilizând metode tradiționale de modelare sau metode bazate pe inteligența artificială</li> <li>• Dezvoltarea de competențe pentru înțelegerea și interpretarea evoluției în timp și spațiu a sistemelor chimice și biochimice prin utilizarea unor instrumente matematice având originea în modele de tip biologic</li> <li>• Explicarea și înțelegerea funcționării aparatelor, utilajelor și proceselor din industriile de proces pe baza mediilor software care descriu comportarea acestora prin modele matematice complexe (dinamice) și prin prelucrări statistice de date de proces</li> <li>• Dezvoltarea de modele matematice dinamice și cu parametri distribuiți, implementarea acestora în simulatoare utilizate la evaluarea performanțelor proceselor pentru identificarea unor soluții de exploatare și conducere prezentând avantaje economice, eficiență energetică mărită, siguranță sporită în exploatare și impact negativ redus asupra mediului</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Executarea cu independență a sarcinilor profesionale complexe și desfășurarea autonomă de activități de cercetare-proiectare, utilizând tehnici asistate de calculator și respectând normele de etică profesională și de conduită morală</li> <li>• Autoevaluarea performanțelor profesionale proprii și stabilirea nevoilor de formare continuă, informarea și documentarea permanentă în domeniul său de activitate și din domenii conexe, în corelație cu nevoile pieței muncii</li> <li>• Comunicarea punctului de vedere propriu, într-un mod clar și concis, utilizând mijloace de comunicare bazate pe instrumente IT tradiționale sau specifice</li> </ul>

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dezvoltarea capacității de a înțelege și interpreta evoluția spațio-temporală a unui sistem chimic și biochimic, de abstractizare și reprezentare a acestuia sub forma unui model matematic și de a construi simulatoare software care să reflecte comportarea sistemului real</li> </ul>
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dobândirea capacității de elaborare de modele matematice dinamice și staționare pentru sisteme chimice și biochimice cu parametri concentrați și distribuiți, utilizând metode analitice și instrumente specifice inteligenței artificiale</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
8.1.1. Principii termodinamice utilizate în modelarea proceselor. Câmpuri scalare și câmpuri vectoriale. Proprietăți termodinamice intensive și extensive. Grade de libertate.	Prelegerea; Explicația; Conversația	Instrumente suport pentru predare: prezentări PowerPoint; Exemple de aplicații cu Matlab, Simulink, NN Toolbox și COMSOL.
8.1.2. Formularea generală a legilor de conservare în	Prelegerea; Explicația;	Instrumente suport

formă integrală și diferențială. Elementele de volum în aplicații. Relații constitutive utilizate în modelarea proceselor.	Conversația	pentru predare: prezentări PowerPoint; Exemple de aplicații cu Matlab, Simulink, NN Toolbox și COMSOL.
8.1.3. Modele bazate pe principiile de conservare a masei totale, masei pe componenți, energiei, impulsului pentru procese cu parametri concentrați (PPC) (I).	Prelegerea; Explicația Conversația	Instrumente suport pentru predare: prezentări PowerPoint; Exemple de aplicații cu Matlab, Simulink, NN Toolbox și COMSOL.
8.1.4. Modele bazate pe principiile de conservare a masei totale, masei pe componenți, energiei, impulsului pentru (PPC) (II). Sisteme de ecuații cuplate diferențiale și algebrice (DAE).	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea	Instrumente suport pentru predare: prezentări PowerPoint; Exemple de aplicații cu Matlab, Simulink, NN Toolbox și COMSOL.
8.1.5. Indicele DAE (Differential Algebraic Equation). Normalizarea ecuațiilor DAE. Stabilitatea soluțiilor DAE. Ecuații DAE rigide. Soluții numerice ale ecuațiilor diferențiale și DAE.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea	Instrumente suport pentru predare: prezentări PowerPoint; Exemple de aplicații cu Matlab, Simulink, NN Toolbox și COMSOL.
8.1.6. Modelarea proceselor cu parametri distribuiți (PPD). Elemente de volum. Condiții inițiale. Condiții de frontieră de tip Dirichlet, Neumann, Robbins.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea	Instrumente suport pentru predare: prezentări PowerPoint; Exemple de aplicații cu Matlab, Simulink, NN Toolbox și COMSOL.
8.1.7. Forme adimensionale ale ecuațiilor diferențiale cu derivate parțiale (PDE) pentru modele PPD. Clasificarea modelelor PPD, forme parabolice, hiperbolice și eliptice. Modele PPC utilizate pentru reprezentarea PPD.	Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; Dezbateră;	Instrumente suport pentru predare: prezentări PowerPoint; Exemple de aplicații cu Matlab, Simulink, NN Toolbox și COMSOL.
8.1.8. Metode de rezolvare a PDE. Metoda diferențelor finite pentru ecuații parabolice mono și bidimensionale, Crank-Nicholson. Rezolvarea ecuațiilor eliptice. Colocația ortogonală. Metoda elementului finit pentru rezolvarea PDE.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea;	Instrumente suport pentru predare: prezentări PowerPoint; Exemple de aplicații cu Matlab, Simulink, NN Toolbox și COMSOL.
8.1.9. Modelarea statistică utilizând rețele neuronale artificiale (RNA). Clasificare cu RNA.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; Dezbateră;	Instrumente suport pentru predare: prezentări PowerPoint; Exemple de aplicații cu Matlab, Simulink, NN Toolbox și COMSOL.
8.1.10. RNA multistrat. Rețele neuronale artificiale adaptive.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea;	Instrumente suport pentru predare: prezentări PowerPoint; Exemple de aplicații cu Matlab, Simulink, NN Toolbox și COMSOL.
8.1.11. RNA de tip Kohonen și Learning Vector Quantization.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea	Instrumente suport pentru predare:

	Problematizarea;	prezentări PowerPoint; Exemple de aplicații cu Matlab, Simulink, NN Toolbox și COMSOL.
8.1.12. RNA de tip Elman și Hopfield. Predicție și clasificare utilizând RNA.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea;	Instrumente suport pentru predare: prezentări PowerPoint; Exemple de aplicații cu Matlab, Simulink, NN Toolbox și COMSOL.
8.1.13. Modele utilizând logica de tip fuzzy.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea;	Instrumente suport pentru predare: prezentări PowerPoint; Exemple de aplicații cu Matlab, Simulink, NN Toolbox și COMSOL.
8.1.14. Utilizarea modelelor matematice pentru estimare și diagnosticare.	Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea;	Instrumente suport pentru predare: prezentări PowerPoint; Exemple de aplicații cu Matlab, Simulink, NN Toolbox și COMSOL.
<p><b>Bibliografie</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Anca Sipos, Vasile Mircea Cristea, Elena Mudura, Imre Lucaci Arpad, Dorina Bratfalean, Modelarea, simularea și conducerea avansată a bioprocесelor fermentative, carte de specialitate; Editura Universității “Lucian Blaga” din Sibiu; Vol. II, 2014.</li> <li>2. Katalin Hangos, Ian Cameron, <i>Process Modelling and Model Analysis</i>, Academic Press, 2001.</li> <li>3. Paul Serban Agachi, Zoltan K. Nagy, Mircea Vasile Cristea, Arpad Imre-Lucaci, <i>Model Based Control - Case Studies in Process Engineering</i>, WILEY-VCH Verlag GmbH &amp; Co. KGaA, Weinheim, 2006.</li> <li>4. Simon Haykin, <i>Neural Networks A Comprehensive Foundation</i>, Mcmillan Publishing Company, Englewood Cliffs, NJ 07632, 1994.</li> </ol> <p>Bibliografie suplimentară</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. V. M. Cristea, V. Marinoiu, S. P. Agachi, <i>Reglarea predictivă după model a instalației de cracare catalitică</i>, Editura Casa Cărții de Știință, 2003.</li> <li>6. J. Ingham, I.J. Dunn, E. Heinzle, J.E. Prenosil, J.B. Snape, <i>Chemical Engineering Dynamics</i>, Wiley-VCH, 2007.</li> </ol> <p>Notă: Elementele bibliografice pot fi consultate la Biblioteca Departamentului de Inginerie Chimică, la Biblioteca Facultății de Chimie și Inginerie Chimică – extensia Bibliotecii Centrale “Lucian Blaga” a Universității Babes-Bolyai</p>		
8.2 Seminar / laborator	Metode de predare	Observații
8.2.1. Aplicații de modelare PPC (I): vas de acumulare lichid, reactor cu amestecare perfectă, evaporator, coloană de distilare, reactor de fermentație alcoolică. Normalizarea ecuațiilor diferențiale.	Conversația; învățarea prin descoperire; studiul individual; lucrul în echipă; elaborarea de aplicații.	<i>Activitatea studentului:</i> studiul cursului și a bibliografiei; recapitulare noțiuni de utilizare MATLAB și Simulink
8.2.2. Aplicații de modelare PPC (II): vas de acumulare lichid, reactor cu amestecare perfectă, evaporator, coloană de distilare, reactor de fermentație alcoolică. Normalizarea ecuațiilor diferențiale.	Conversația; învățarea prin descoperire; studiul individual; lucrul în echipă; elaborarea de aplicații.	<i>Activitatea studentului:</i> studiul cursului și a bibliografiei; recapitulare noțiuni

		de utilizare MATLAB și Simulink
8.2.3. Aplicație de modelare PPC complexă (I): instalația de tratare a apelor uzate cu nămol activ ce include și eliminarea azotului (reactoare aerate, reactoare anoxice și decantor), modelul ASM1.	Conversația; învățarea prin descoperire; studiul individual; lucrul în echipă; elaborarea de aplicații.	<i>Activitatea studentului:</i> studiul cursului și a bibliografiei; rezolvare tema (proiect)
8.2.4. Aplicație de modelare PPC complexă (II): instalația de tratare a apelor uzate cu nămol activ ce include și eliminarea azotului (reactoare aerate, reactoare anoxice și decantor), modelul ASM1.	Conversația; învățarea prin descoperire; studiul individual; lucrul în echipă; elaborarea de aplicații.	<i>Activitatea studentului:</i> studiul cursului și a bibliografiei; rezolvare tema (proiect)
8.2.5. Aplicație de modelare PPD (I): uscare placă solid poros, schimbător de căldură tubular. Aplicație transfer de căldură 3D. Aplicație de modelare PPD: modelarea poluării unui curs de râu.	Conversația; învățarea prin descoperire; studiul individual; lucrul în echipă; elaborarea de aplicații.	<i>Activitatea studentului:</i> studiul cursului și a bibliografiei; studiu individual, rezolvare tema (proiect)
8.2.6. Aplicație de modelare PPD (II): uscare placă solid poros, schimbător de căldură tubular. Aplicație transfer de căldură 3D. Aplicație de modelare PPD: modelarea poluării unui curs de râu.	Conversația; învățarea prin descoperire; studiul individual; lucrul în echipă; elaborarea de aplicații.	<i>Activitatea studentului:</i> studiul cursului și a bibliografiei; studiu individual, rezolvare tema (proiect)
8.2.7. Utilizarea Toolbox-ului Partial Differential Toolbox aferent mediului de programare Matlab. Utilizarea mediului de simulare COMSOL Multiphysics (bazat pe Finite Element Method) pentru simularea PPD (I). Forma generală. Aplicație de modelare: uscarea izolatoarelor electrice de înaltă tensiune și modelarea proceselor de adsorbție.	Conversația; învățarea prin descoperire; studiul individual; lucrul în echipă; elaborarea de aplicații.	<i>Activitatea studentului:</i> studiul cursului și a bibliografiei; studiu individual, rezolvare tema (proiect)
8.2.8. Utilizarea Toolbox-ului Partial Differential Toolbox aferent mediului de programare Matlab. Utilizarea mediului de simulare COMSOL Multiphysics (bazat pe Finite Element Method) pentru simularea PPD (II). Forma generală. Aplicație de modelare: uscarea izolatoarelor electrice de înaltă tensiune și modelarea proceselor de adsorbție.	Conversația; învățarea prin descoperire; studiul individual; lucrul în echipă; elaborarea de aplicații.	<i>Activitatea studentului:</i> studiul cursului și a bibliografiei; studiu individual, rezolvare tema (proiect)
8.2.9. Utilizarea mediului de simulare Matlab, Neural Network Toolbox pentru proiectarea, antrenarea și implementarea RNA (I).	Conversația; învățarea prin descoperire; studiul individual; lucrul în echipă; elaborarea de aplicații.	<i>Activitatea studentului:</i> studiul cursului și a bibliografiei; studiu individual, rezolvare tema (proiect)
8.2.10. Utilizarea mediului de simulare Matlab, Neural Network Toolbox pentru proiectarea, antrenarea și implementarea RNA (II).	Conversația; învățarea prin descoperire; studiul individual; lucrul în echipă; elaborarea de aplicații.	<i>Activitatea studentului:</i> studiul cursului și a bibliografiei; studiu individual,

		rezolvare tema (proiect)
8.2.11. Aplicație de modelare cu RNA și fuzzy a procesului de cracare catalitică în strat fluidizat. Aplicație de clasificare a diferitelor sortimente de ceaiuri/vinuri utilizând RNA (I)	Conversația; învățarea prin descoperire; studiul individual; lucrul în echipă; elaborarea de aplicații.	<i>Activitatea studentului:</i> studiul cursului și a bibliografiei; studiu individual, rezolvare tema (proiect)
8.2.12. Aplicație de modelare cu RNA și fuzzy a procesului de cracare catalitică în strat fluidizat. Aplicație de clasificare a diferitelor sortimente de ceaiuri/vinuri utilizând RNA (II).	Conversația; învățarea prin descoperire; studiul individual; lucrul în echipă; elaborarea de aplicații.	<i>Activitatea studentului:</i> studiul cursului și a bibliografiei; studiu individual, rezolvare tema (proiect)
8.2.13. Aplicație de modelare PDE a instalației calcinator rotativ de producere a carbonatului de sodiu. Aplicație de modelare a reactorului de producere a hexametilentetraminei utilizând logica Fuzzy (I).	Conversația; învățarea prin descoperire; studiul individual; lucrul în echipă; elaborarea de aplicații.	<i>Activitatea studentului:</i> studiul cursului și a bibliografiei; studiu individual, rezolvare tema (proiect)
8.2.14. Aplicație de modelare PDE a instalației calcinator rotativ de producere a carbonatului de sodiu. Aplicație de modelare a reactorului de producere a hexametilentetraminei utilizând logica Fuzzy (II).	Conversația; învățarea prin descoperire; studiul individual; lucrul în echipă; elaborarea de aplicații.	<i>Activitatea studentului:</i> studiul cursului și a bibliografiei; studiu individual, rezolvare tema (proiect)

#### Bibliografie

1. Anca Sipos, Vasile Mircea Cristea, Elena Mudura, Imre Lucaci Arpad, Dorina Bratfalean, Modelarea, simularea si conducerea avansată a bioprocесelor fermentative, carte de specialitate; Editura Universității “Lucian Blaga” din Sibiu; Vol. II, 2014.
2. Paul Serban Agachi, Zoltan K. Nagy, Mircea Vasile Cristea, Arpad Imre-Lucaci, *Model Based Control - Case Studies in Process Engineering*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2006.
3. Katalin Hangos, Ian Cameron, *Process Modelling and Model Analysis*, Academic Press, 2001.
4. J. Ingham, I.J. Dunn, E. Heinzle, J.E. Prenosil, J.B. Snape, *Chemical Engineering Dynamics*, Wiley-VCH, 2007.

#### Bibliografie Suplimentară Bibliografie

5. *Partial Differential Toolbox*, Matlab, User Guide.
6. *COMSOL Mutiphysics 3.1*, UserGuide.
7. *Neural Network Toolbox*, Matlab, User Guide.
8. *Fuzzy Logic Toolbox*, Matlab, UserGuide.

Notă: Elementele bibliografice pot fi consultate la Biblioteca Departamentului de Inginerie Chimică, la Biblioteca Facultății de Chimie și Inginerie Chimică – extensia Bibliotecii Centrale ”Lucian Blaga” a Universității Babes-Bolyai

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

- Pregătirea structurii și conținutului cursului au fost realizate ca rezultate ale schimburilor de opinii și experiență cu profesori de la Universitatea ETH Zurich, în cadrul proiectului de colaborare instituțională “Advanced Process Engineering for Master and Joint PhD Education”, IB7420-111104” dintre universitățile UBB și ETH.

- Feedback-ul din industrie (de ex. companiile: ROMPETROL, EMERSON, Azomureș,) a fost utilizat pentru a compatibiliza competențele solicitate de potențiali angajatori reprezentativi

## 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Examinarea finală care va evalua: corectitudinea răspunsurilor – însușirea materiei predate, modul de gândire, corectitudinea și argumentarea soluțiilor la subiectele de examen	Examen scris – accesul la examen este condiționat de prezentarea soluțiilor la temele de casă date în timpul semestrului Intenția de fraudă la examen se pedepsește cu eliminarea din examen. Frauda la examen se pedepsește prin exmatriculare conform regulamentului ECST al UBB	75%
10.5 Seminar/laborator	Corectitudinea răspunsurilor – ca dovadă a însușirii și înțelegerii corecte a problematicei tratate la seminar/laborator; participarea activă la desfășurarea seminarului	Temele rezolvate se prezintă la proxima întâlnire de seminar/laborator după transmiterea lor de către cadrul didactic, sau conform programului stabilit de titularul de seminar de comun acord cu studenții	10%
	Calitatea și corectitudinea temelor pregătite Activitatea desfășurată la laborator		15%
10.6 Standard minim de performanță			
<ul style="list-style-type: none"><li>• Nota 5 (cinci) atât la temele de casă, activitatea de laborator/seminar cât și la examen</li><li>• Abilitatea de a aplica instrumentele de modelare matematică și inteligență artificială la studii de caz practice (reactor RAP, RD)</li><li>• Capacitatea de a analiza critic soluțiile proprii</li><li>• Utilizarea calculatorului și a limbii engleze pentru perfecționare continuă</li></ul>			

Data completării

16.02.2018

Data avizării în departament

26 februarie 2018

Semnătura titularului de curs

Cristea V. M.

Semnătura titularului de seminar

Cristea V.M.

Semnătura directorului de departament

