



### FIȘA DISCIPLINEI

#### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA din București
1.2 Facultatea	Facultatea de Inginerie Chimică și Biotehnologii
1.3 Departamentul	Departamentul de Inginerie Chimică și Biochimică
1.4 Domeniul de studii universitare	Inginerie Chimică
1.5 Programul de studii universitare	Ingineria și Informatica Proceselor Chimice și Biochimice
1.6 Ciclul de studii universitare	Licență
1.7 Limba de predare	Română
1.8 Locația geografică de desfășurare a studiilor	București

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei Course title (ro) (en)	Metode numerice în ingineria chimică și biochimică Numerical methods in chemical and biochemical engineering						
2.2 Titularul/ii activităților de curs	Prof.dr.ing. Vasile LAVRIC Ș.l. dr. ing. Romuald GYÖRGY						
2.3 Titularul/ii activităților de seminar / laborator/proiect	Prof.dr.ing. Vasile LAVRIC Ș.l. dr. ing. Romuald GYÖRGY						
2.4 Anul de studiu	3	2.5 Semestrul	I	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Statutul disciplinei	Ob <sup>1</sup>
2.8 Categoria formativă	DS		2.9 Codul disciplinei	UPB.11.S.05.Ob.005			

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	Din care: 3.2 curs	2	3.3 laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	56	Din care: 3.5 curs	28	3.6 laborator	28
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					65
Tutorat					2
Examinări					2
Alte activități (dacă există):					
3.7 Total ore studiu individual	65				
3.8 Total ore pe semestru	125 <sup>2</sup>				

<sup>1</sup> Obligatorie / Opțională / Facultativă – Se va completa conform planului de învățământ.

<sup>2</sup> Se va calcula ținând cont că se acordă un credit pentru volumul de muncă care îi revine unui student cu frecvență la zi pentru a echivala 25 de ore de pregătire pentru dobândirea rezultatelor învățării.



3.9 Numărul de credite

5<sup>3</sup>

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

4.1 de curriculum	Parcurgerea și/sau promovarea următoarelor discipline: <ul style="list-style-type: none"><li>• Algebră liniară, geometrie analitică și diferențială</li><li>• Analiză matematică</li><li>• Informatică aplicată</li><li>• Grafică asistată de calculator I</li><li>• Fizică I</li><li>• Bazele ingineriei chimice</li></ul>
4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe: <ul style="list-style-type: none"><li>• Utilizarea calculatorului, în principal a pachetului Microsoft Office și a limbajului de calcul științific MATLAB</li><li>• Elemente de scriere a ecuațiilor de bilanț de masă și de energie pentru procese chimice</li><li>• Ecuații algebrice liniare și neliniare, sisteme de ecuații liniare și neliniare, respectiv ecuații și sisteme de ecuații diferențiale cu derivate ordinare sau parțiale</li></ul>

#### 5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice (acolo unde este cazul)

5.1 Curs	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cursul se desfășoară în săli special amenajate în care studenții au acces la calculatoare pe care pot desfășura activități didactice privind exemplificarea unor aspecte din curs (Microsoft Excel, MATLAB).</li><li>• Studenții accesează o parte din activitățile didactice prin intermediul conturilor deschise în sistemul informatic al facultății (Moodle, curs.upb.ro). Laboratorul de Informatică Aplicată în Ingineria Chimică este dotat cu mese, scaune și stații de lucru legate la rețeaua cu acces la internet a facultății.</li><li>• Stațiile de lucru trebuie dotate cu licențe academice pentru pachetul Microsoft Office, respectiv limbajul de calcul științific MATLAB, acces la internet, videoproiector și tablă.</li></ul>
5.2 Laborator	<ul style="list-style-type: none"><li>• Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: calculatoare pe care să fie instalate programele de calcul utilizate la laborator (Microsoft Excel, MATLAB, etc.)</li><li>• Studenții vor accesa o parte dintre activitățile didactice specifice prin intermediul conturilor deschise în sistemul informatic al facultății (Moodle, curs.upb.ro). Studenții trebuie să urmărească sistematic desfășurarea activităților, deoarece fixarea de cunoștințe și acumularea de deprinderi sunt cumulative, fiind dificilă reluarea activităților după o întrerupere.</li></ul>

<sup>3</sup> Se va completa conform planului de învățământ.



- |  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Sala de laborator trebuie să fie dotată cu stații de lucru conectate la internet, videoprojector, tablă, mese, scaune și licențe academice pentru programele Microsoft Excel, respectiv MATLAB.</li></ul> |
|--|---|

## 6. Obiectiv general

Această disciplină denumită în planul de învățământ *Metode numerice în ingineria chimică și biochimică* se studiază în cadrul domeniului Inginerie Chimică la specializarea Ingineria și Informatica Proceselor Chimice și Biochimice. Disciplina își propune să inițieze studenții în cunoașterea și aplicarea metodelor numerice pentru rezolvarea modelelor matematice specifice ingineriei chimice, dezvoltarea de deprinderi pentru obținerea modelelor numerice (discretizare) ale problemelor de inginerie chimică, identificarea și evaluarea algoritmilor alternativi de rezolvare, respectiv aplicarea unor instrumente informatice pentru rezolvarea acestor modele și reprezentare a rezultatelor. Conținutul disciplinei este în concordanță cu cel al disciplinelor similare din alte universități, corespunde tendințelor actuale și răspunde cerințelor privind cunoștințele de utilizarea a metodelor numerice și a instrumentelor informatice aferente pentru rezolvarea problemelor de inginerie chimică.

De asemenea, obiectivele specifice disciplinei țin cont de următoarele aspecte:

- Utilizarea metodelor numerice de rezolvare a modelelor de inginerie chimică bazate pe ecuații neliniare, sistemelor liniare și sistemelor neliniare; aplicarea unor funcții specifice implementate în MATLAB;
- Utilizarea metodelor numerice de rezolvare a modelelor de inginerie chimică bazate pe aproximarea funcțiilor (interpolare), derivare și integrare numerică; aplicarea unor funcții specifice implementate în MATLAB;
- Utilizarea metodelor numerice de rezolvare a modelelor de inginerie chimică bazate pe probleme de vectori și valori proprii, probleme de tip Cauchy pentru ecuații diferențiale de ordin I și superior, a sistemelor de ecuații diferențiale ordinare; aplicarea unor funcții specifice implementate în MATLAB;
- Utilizarea metodelor numerice de rezolvare a modelelor de inginerie chimică bazate pe ecuații diferențiale cu derivate parțiale de tip parabolic/hiperbolic/eliptic; aplicarea unor funcții specifice implementate în MATLAB.

## 7. Rezultatele învățării

Cunoștințe	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Enumeră</b> caracteristicile cele mai importante ale metodelor numerice utilizate pentru rezolvarea ecuațiilor și sistemelor de ecuații algebrice, diferențiale ordinare și de ordin superior, interpolarea funcțiilor, integrare și derivare numerică.</li><li>• <b>Definește</b> noțiuni specifice fiecărei categorii de metode numerice.</li><li>• <b>Evidențiază</b> relații între forma modelului matematic și metoda numerică utilizată pentru soluționarea acestuia.</li><li>• <b>Propune o</b> modalitate de rezolvare a unei probleme pe baza caracteristicilor modelului matematic al utilajului/procesului/sistemului.</li><li>• <b>Utilizează</b> un limbaj ingineresc adecvat pentru formularea și soluționarea unei probleme pe baza unei metode numerice.</li><li>• <b>Dezvoltă</b> un algoritm numeric pe baza unei metode numerice specifice utilizând un limbaj de calcul ingineresc.</li></ul>
------------	--



<b>Abilități</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Utilizează argumentat</b> bibliotecile de programe de calcul științific (proceduri de rezolvare numerică a sistemelor de ecuații algebrice liniare și neliniare, proceduri de interpolare și aproximare a funcțiilor de una sau mai multe variabile, proceduri de rezolvare a sistemelor de ecuații diferențiale ordinare și a ecuațiilor cu derivate parțiale, integrarea numerică a funcțiilor, etc.);</li><li>• <b>Lucrează productiv în echipă</b> pentru a identifica, prin analize critice și creative, relațiile de cauzalitate care stau la baza unor evoluții atipice în funcționarea utilajelor și instalațiilor;</li><li>• <b>Elaborează</b> algoritmi simpli de programare a calculelor de inginerie chimică într-un limbaj de calcul ingineresc (MATLAB sau altele similare).</li><li>• <b>Identifică soluții</b> pentru trecerea de la modele matematice la scheme numerice de rezolvare.</li><li>• <b>Formulează</b> probleme și <b>aleg</b> modul adecvat de rezolvare, bazându-se pe metode numerice și <b>interpretează</b> rezultatele obținute.</li><li>• <b>Formulează</b> modele matematice și realizează discretizarea acestora, utilizând pentru soluționarea acestora metode numerice adecvate</li></ul>
<b>Responsabilitate și autonomie</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Demonstrează</b> preocupare pentru perfecționarea profesională prin aplicarea multiplă a cunoștințelor acumulate și fixare abilităților de gândire sistematică, inginerească.</li><li>• <b>Își dezvoltă</b> încrederea în propriile forțe ca specialist în profesia aleasă.</li><li>• <b>Arată</b> implicare în rezolvarea unor probleme practice cu semnificație pentru ingineria proceselor chimice.</li><li>• <b>Manifestă</b> responsabilitate în acumularea de cunoștințe și în combinarea abilităților de utilizare a tehnicilor informatice cu acumularea de cunoștințe de inginerie chimică.</li><li>• <b>Lucrează în echipă</b>, prin distribuirea rezonabilă a sarcinilor la temele de casă între colegii ce formează grupe de lucru, și evaluează critic în comun soluțiile obținute.</li></ul>

## 8. Metode de predare

Analizând aptitudinile studenților și abilitățile de învățare ale acestora, respectiv nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expoizitive (prelegerea, expunerea), cât și conversative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea directă și indirectă a realității (experimentul, demonstrația, modelarea), dar și pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul, activitățile practice și rezolvarea de probleme.

În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări Power Point sau diferite filmulețe care vor fi puse la dispoziția studenților. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs.

Prezentările utilizează imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat.

Această disciplină acoperă informații și activități practice menite să-i sprijine pe studenți în eforturile de învățare și de dezvoltare a unor relații optime de colaborare și comunicare într-un climat favorabil învățării prin descoperire.

Se va avea în vedere exersarea abilităților de ascultare activă și de comunicare asertivă, precum și a mecanismelor de construcție a feedback-ului, ca modalități de reglare comportamentală în situații diverse și de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învățare ale studenților.



Se va exercita abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare care necesită soluționarea unei probleme complexe de modelare matematică a unui proces/sistem din ingineria chimică și biochimică.

## 9. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
I	<i>Introducere în formularea problemelor de inginerie chimică.</i> Modelare și modele matematice. Modelarea avansată a proceselor. Precizie numerică. Aproximări numerice și erori de aproximare.	2
II	<i>Metode de rezolvare a ecuațiilor neliniare</i> Formularea problemelor de inginerie chimică în care se întâlnesc modele matematice de tip ecuații neliniare. Metode numerice de rezolvare a ecuațiilor neliniare.	2
III	<i>Metode directe de rezolvare a sistemelor de ecuații liniare</i> Probleme care conduc la formularea sistemelor liniare Noțiuni de metode numerice în calculul matricial Metode de eliminare (Gauss/Gauss Jordan)	2
IV	<i>Metode iterative de rezolvare a sistemelor de ecuații liniare</i> Metoda Jacobi Metoda Gauss-Seidel Metoda relaxărilor succesive	2
V	<i>Probleme de vectori și valori proprii</i> Metoda puterii și variante derivate ale acesteia.	2
VI	<i>Rezolvarea sistemelor de ecuații neliniare</i> Metoda Newton Metoda Punctului Fix	2
VII	<i>Interpolarea funcțiilor</i> Interpolare polinomială (Lagrange, Newton) Interpolare spline	2
VIII	<i>Diferențiere și integrare numerică</i> Prezentarea problemei. Exemple din ingineria chimică Diferențiere numerică. Evaluarea cu diferențe finite a derivatelor ordinare sau parțiale Metode de bază de integrare numerică: formule Newton-Côtes închise (metoda trapezului, metoda Simpson 1/3, metoda Simpson 3/8) și deschise (metoda punctului median) Metode îmbunătățite de integrare numerică – metode de integrare compozite (metoda trapezelor compozită sau metoda Simpson 1/3 compozită) Cuadraturi Gauss	4
IX	<i>Metode de rezolvare numerică a ecuațiilor diferențiale ordinare de ordin I - probleme cu valori inițiale</i> Formularea problemei Cauchy Metode de tip Taylor (metoda Euler, metode de ordin II) Metode de tip Runge-Kutta : metoda Euler modificată, metode RK de ordin II, metode RK de ordin IV și superior	4



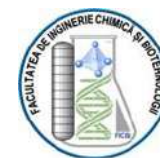
	Metode multipas: cu doi sau mai mulți pași explicite (de tip Adams-Bashforth) și implicite (de tip Adams-Moulton) Stabilitatea numerică a metodelor multipas	
X	<i>Metode de rezolvare numerică a ecuațiilor diferențiale ordinare de ordin superior și a sistemelor de ecuații diferențiale ordinare de ordin I - probleme cu valori inițiale</i> Ecuații diferențiale ordinare de ordin II – probleme Cauchy Sistem de două ecuații diferențiale ordinare de ordin I – probleme Cauchy: Metoda Euler, metode de tip Runge – Kutta și metode multipas Sisteme de ecuații diferențiale ordinare stiff și slab condiționate	4
XI	<i>Metode de rezolvare numerică a problemelor cu ecuații diferențiale cu derivate parțiale de ordin II</i> Prezentare generală: tipuri de ecuații diferențiale cu derivate parțiale și de probleme cu condiții la limită (parabolice, hiperbolice și eliptice) Exemplificare pentru ecuații de tip parabolic – ecuația căldurii : rezolvarea prin metoda diferențelor finite (discretizarea domeniului de integrare, discretizarea diverselor condiții inițiale și la limită, discretizarea ecuației cu derivate parțiale); metoda Euler explicită/implicită; stabilitatea numerică a metodei Euler explicite/implicită	2
	<b>Total:</b>	<b>28</b>

**Bibliografie:**

1. György Romuald, *Metode numerice în ingineria chimică și biochimică, suport de curs electronic*, <https://curs.upb.ro/2024/course/view.php?id=3633>
2. Constantinides A., Mostoufi N., 1999, Numerical Methods for Chemical Engineers with MATLAB Applications, Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, New Jersey, USA, ISBN 0-13-013857-7, electronic
3. Beers K.J., 2007, Numerical Methods for Chemical Engineering. Applications în MATLAB, Cambridge University Press, Cambridge, UK, ISBN 978-0-511-2565-9 , electronic
4. Dorfman, K., Daoutidis, P., Numerical methods with chemical engineering applications, Cambridge Series in Chemical Engineering, Cambridge University Press, 2017, electronic.
5. W. Yang, W. Cao, J. Kim, K.W. Park, H.H. Park, J. Joung, J.S. Ro, H.L. Lee, C.H. Hong, T. Im, Applied numerical methods using MATLAB®, Wiley, Hoboken, NJ, 2020, electronic

**LABORATOR**

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Exemple de modele matematice întâlnite în ingineria chimică și biochimică. Noțiuni de proiectare a algoritmilor de rezolvare a modelelor matematice. Introducere în utilizarea Matlab ca mediu de calcul pentru soluționarea modelelor matematice din inginerie	2
2	Definirea funcțiilor anonime, reprezentarea și salvarea rezultatelor numerice, bucle de programare în limbajul de calcul ingineresc Matlab	2
3	Exemple de rezolvare a ecuațiilor neliniare prin metode deschise. Aplicații de calcul matricial prin metode numerice. Ilustrarea în MATLAB a unei metode grafice de rezolvare a unui sistem liniar	2



4	Exemple de sisteme prost condiționate. Exemple cu ilustrare în MATLAB pentru metodele de eliminare. Rezolvarea sistemelor cu matrice tridiagonală cu algoritmul Thomas. Ilustrare în MATLAB	2
5	Exerciții de aplicare a metodelor iterative de rezolvare a sistemelor liniare (Jacobi, Gauss-Seidel). Ilustrarea metodelor implementate în MATLAB de rezolvare a sistemelor liniare	2
6	Exemple de calcul a vectorilor și valorilor proprii ale unei matrici prin metoda puterii, cu ilustrare în MATLAB. Exemple de calcul a vectorilor și valorilor proprii ale unei matrici prin metoda deplasată a puterii.	2
7	Exemple pentru ilustrarea metodelor de rezolvare a sistemelor neliniare : Newton, punctului fix, etc., cu ilustrare în MATLAB. Utilizarea procedurilor numerice de rezolvare a sistemelor neliniare implementate în MATLAB.	2
8	Exemple de aplicare a polinoamelor de interpolare (Lagrange, Newton, etc) cu ilustrare în MATLAB. Aplicații de interpolare a datelor experimentale utilizând procedurile de calcul implementate în MATLAB.	2
9	Exemple de evaluare cu diferențe finite a derivatelor ordinare sau parțiale cu ilustrare în MATLAB. Exemple de aplicare a metodelor Newton-Cotes închise (trapezului, Simpson 1/3, Simpson 3/8, etc). Exemple de aplicare a metodelor de integrare compozite (metoda trapezelor compozită, metoda Simpson compozită) cu ilustrare în MATLAB.	2
10	Exemple de aplicare a metodelor de tip Taylor (Euler, metode de ordin II) pentru rezolvarea problemelor Cauchy cu ecuații diferențiale ordinare cu ilustrare în MATLAB.	2
11	Exemple de aplicare a metodelor de tip Runge- Kutta pentru rezolvarea problemelor Cauchy cu ecuații diferențiale ordinare cu ilustrare în MATLAB. Exemple de aplicare a metodelor multipas pentru rezolvarea problemelor Cauchy cu ecuații diferențiale ordinare cu ilustrare în MATLAB. Exemple de ilustrare a stabilității slabe	2
12	Exemple de trecere de la probleme Cauchy cu ecuații diferențiale ordinare de ordin superior la probleme Cauchy pentru sisteme de ecuații diferențiale ordinare de ordin I. Aplicarea metodelor Euler si Runge-Kutta pentru rezolvarea unei probleme Cauchy pentru un sistem de două ecuații diferențiale ordinare de ordin I cu ilustrare în MATLAB. Aplicarea metodelor Runge-Kutta pentru rezolvarea unei probleme Cauchy pentru sisteme de ecuații diferențiale ordinare de ordin I cu ilustrare în MATLAB.	2
13	Aplicarea metodei Adams Bashforth Moulton (multipas) la rezolvarea unei probleme Cauchy pentru un sistem de două ecuații diferențiale ordinare de ordin I cu ilustrare în MATLAB. Aplicarea metodelor multipas pentru rezolvarea unei probleme Cauchy pentru sisteme de ecuații diferențiale ordinare de ordin I cu ilustrare în MATLAB. Aplicații în ingineria chimică a problemelor cu sisteme de ecuații diferențiale ordinare de ordin I stiff și prost condiționate. Ilustrarea funcțiilor implementate în MATLAB pentru rezolvarea problemelor Cauchy pentru sisteme de ecuații diferențiale ordinare de ordin I	2
14	Exemplu de aplicare a metodei Euler explicite pentru rezolvarea unei probleme Dirichlet cu ecuația căldurii și ilustrare în MATLAB. Exemplu de aplicare a metodei Euler implicite pentru rezolvarea unei probleme Dirichlet cu ecuația căldurii și ilustrare în MATLAB.	2
	<b>Total:</b>	<b>28</b>

**Bibliografie:**

1. György Romuald, *Metode numerice în ingineria chimică și biochimică, suport de curs electronic*, <https://curs.upb.ro/2024/course/view.php?id=3633>
2. Constantinides A., Mostoufi N., 1999, *Numerical Methods for Chemical Engineers with MATLAB Applications*, Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, New Jersey, USA, ISBN 0-13-013857-7, electronic



3. Beers K.J., 2007, Numerical Methods for Chemical Engineering. Applications în MATLAB, Cambridge University Press, Cambridge, UK, ISBN 978-0-511-2565-9 , electronic
4. Dorfman, K., Daoutidis, P., Numerical methods with chemical engineering applications, Cambridge Series in Chemical Engineering, Cambridge University Press, 2017, electronic.
5. W. Yang, W. Cao, J. Kim, K.W. Park, H.H. Park, J. Joung, J.S. Ro, H.L. Lee, C.H. Hong, T. Im, Applied numerical methods using MATLAB®, Wiley, Hoboken, NJ, 2020, electronic

## 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
	Capacitatea de <b>exemplificare a unei metode numerice cunoscute</b> pentru rezolvarea unei probleme date. Capacitatea de <b>formulare a unui model matematic</b> pentru o problemă specifică și de <b>utilizarea unui algoritm numeric existent</b> într-un limbaj de calcul ingineresc (bazat pe o metodă numerică adecvată) pentru rezolvarea unei probleme de inginerie chimică; Capacitatea de a utiliza un limbaj de calcul ingineresc pentru <b>dezvoltarea unui algoritm numeric simplu</b> în soluționarea unei probleme de inginerie chimică pe baza unei metode numerice studiate.	Examen	50 %
10.5 Laborator	Realizarea exercițiilor formulate în timpul activităților directe ca teme de casă	Verificare parțială	20 %
	Formularea modelelor de rezolvare numerică a problemelor de inginerie chimică precum și aplicarea algoritmilor specifici	Verificare parțială	20 %
	Capacitatea de a soluționa problemele de inginerie chimică prin metode numerice utilizând limbaje de calcul ingineresc specifice	Verificare parțială	10 %
10.6 Condiții de promovare			
<ul style="list-style-type: none"><li>• Obținerea a 50% din punctajul total.</li></ul>			



**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie  
POLITEHNICA București**



**Facultatea de Inginerie Chimică și Biotehnologii**

Data completării

Titular de curs  
Prof.dr.ing. Vasile LAVRIC

Titular(ii) de aplicații  
Prof.dr.ing. Vasile LAVRIC

25.06.2025

Ș.l.dr.ing. Romuald GYÖRGY

Ș.l.dr.ing. Romuald GYÖRGY

---

Data avizării în  
departament  
30.06.2025

Director de departament  
Conf.dr.ing Ionuț BANU

---

Data aprobării în  
Consiliul Facultății  
04.07.2025

Decan  
Prof.dr.ing. Cristina ORBECI

---