

FACULTATEA INFORMATICĂ, CALCULATOARE ȘI MICROELECTRONICĂ
DEPARTAMENTUL INFORMATICĂ ȘI INGINERIA SISTEMELOR

APROBATĂ

la ședința DIIS

nr.1 din _____ 2024

Șef DIIS

Viorica SUDACEVSCHI,

conf. univ., dr.

APROBATĂ

la ședința Consiliului FCIM

nr. 1 din _____ 2024

Președintele Consiliului FCIM

Dumitru CIORBĂ,

conf. univ., dr.

Program de studiu: 0613.5 Informatică Aplicată

Denumirea disciplinei: METODE NUMERICE

Beneficiari: Studenții anului II, învățământ cu frecvență,

Ciclul de învățământ: Studii superioare de Licență, ciclul I

Numărul de credite ECTS: 4 (60 ore în auditoriu și 60 ore de activități individuale ale studentului, 1 credit = 15 ore de activități în auditoriu și 15 ore de activități individuale ale studentului)

Titularul unității de curs: prof. univ. dr. Vasile MORARU

semnătura titularului de curs

I. PRELIMINARII

În aproape orice domeniu al activității umane apar probleme care conduc la alegerea uneia dintre toate posibilitățile de acțiune într-o situație dată și această alegere trebuie făcută astfel încât să fie asigurată realizarea unui scop bine determinat. Utilizarea metodelor numerice și modelelor de calcul aproximativ permite reducerea timpului de rezolvare a problemelor și dă soluții practic admisibile acolo unde soluțiile exacte sunt imposibil de abordat.

Utilizarea metodelor numerice în diferite domenii permite reducerea timpului de rezolvare a problemelor și dă soluții practic admisibile acolo unde soluțiile exacte sunt imposibil de abordat. Metodele numerice și modelele de calcul aproximativ trebuie să devină un instrument curent în cercetări. Scopul disciplinei constă în dezvoltarea deprinderilor studenților de a utiliza metodele numerice pentru rezolvarea diverselor probleme cu caracter științific sau tehnic, precum și aprofundarea cunoștințelor în domeniul programării la calculator.

La nivelul activităților de concepție și realizarea a sistemelor de calcul și ale aplicațiilor de calcul este necesar de a folosi metode și tehnici de aproximare numerică avansate, asimilând cunoștințe ale elementelor de bază ale analizei numerice.

Actualmente, domeniul Informaticii Aplicate resimte necesitate în specialiști de o calificare net superioară, capabili în termeni scurți să proiecteze aplicații de calcul cu modelare matematică pentru optimizare și activitate propriu - zisă de rezolvare a modelelor de optimizare.

Scopul principal al cursului „Metode numerice” ca disciplină didactică reprezintă obținerea cunoștințelor teoretice și practice de modelare prin metodele de acumulare, prelucrare și de transfer a informației și însușirea mijloacelor moderne de gestionare a informației cu ajutorul sistemelor de calcul.

Cursul „Metode numerice” este inclusă în categoria unităților de curs de domeniu profesional pentru studenții programului de studiu 0613.5 – Informatică Aplicată. Consolidarea materialului teoretic și obținerea abilităților practice se realizează în procesul de realizare a lucrărilor de laborator, efectuării lecțiilor practice și a tezelor de licență.

Obiectivele principale ale cursului „Metode numerice “ reprezintă formarea la studenți a următoarelor abilități:

- Dezvoltarea deprinderilor studenților de a utiliza metodele numerice pentru rezolvarea diverselor probleme cu caracter științific sau tehnic;
- Aprofundarea cunoștințelor în domeniul programării pe calculator;
- De a cunoaște metodele cele mai răspândite de rezolvare a ecuațiilor neliniare;
- Să aplice metodele de rezolvare a sistemelor de ecuații liniare algebrice, de rezolvare a problemei de determinare a valorilor și vectorilor proprii, de inversare a matricelor;
- De a putea utiliza metodele de aproximare și interpolare a funcțiilor cu polinoame și cu funcții spline;
- Să fie capabili de a aplica metodele de rezolvare a problemei Cauchy și de frontieră pentru ecuații diferențiale ordinare și cu derivate parțiale.
- Aprofundarea cunoștințelor în domeniul programării la calculator și utilizării produselor informatice aplicative.

II. PRECONDIȚII DE ACCES LA DISCIPLINA: METODE NUMERICE

Pentru a atinge obiectivele cursului „Metode numerice” studenții trebuie să posede abilități de: realizare a structurilor de date și elaborare a algoritmilor; să cunoască metode și modele matematice de calcul specifice; analiză a principiilor de funcționare a sistemelor de calcul și modalitatea de proiectare a diverse tipuri de structuri de calcul .

Aceste competențe sunt formate de următoarele unități de curs, prevăzute de planul de învățământ: „Programarea calculatoarelor”, „Algebra liniară și geometria analitică”, „Analiza matematică”, „Probabilitate și statistici aplicate”, „Matematica discretă”, „Structuri de date și algoritmi”.

III. COMPETENȚELE CARE URMEAZĂ A FI DEZVOLTATE

Competențele formate de această unitate de curs vor servi ca bază pentru formarea competențelor profesionale în cadrul unităților de curs: ” Analiza datelor”, ” Managementul bazelor de date”, ”Managementul proiectelor”, „Tehnologii CASE de proiectare software”, „Cercetarea și dezvoltarea unui sistem inteligent”.

Disciplina prevede formarea următoarelor competențe profesionale și transversale:

CPL 1. Proiectarea aplicațiilor:

- ✓ Analiză și proiectare software;
- ✓ Algoritmi;
- ✓ Fundamentele programării;
- ✓ Programări avansate;
- ✓ Dezvoltare software;
- ✓ Matematici speciale;
- ✓ Fundamente științifice și ingineresti;
- ✓ Instrumente de proiectare;

CPL 2. Proiectarea și dezvoltarea aplicațiilor:

- ✓ Tehnologii pentru date;
- ✓ Analiză și proiectare software;
- ✓ Programări avansate;
- ✓ Dezvoltare software;
- ✓ Rețele informatice;
- ✓ Fundamente științifice și ingineresti;
- ✓ Fundamentele programării;
- ✓ Învățare Automată (Machine Learning);
- ✓ Algoritmi;
- ✓ Calitate software.

CPL 5. Implementarea soluțiilor:

- ✓ Testarea sistemelor;
- ✓ Tehnologii pentru date;
- ✓ Platforme tehnologice;

CTL 1. Autonomie și responsabilitate. Demonstrează executarea responsabilă a sarcinilor profesionale în condiții de autonomie.

CTL 3. Dezvoltare personală și profesională. Conștientizează nevoia de formare continuă cu utilizarea eficientă a resurselor și tehnicilor de învățare pentru dezvoltarea personală și profesională.

 <small>UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI</small>	CURRICULUM AL DISCIPLINEI				CD/M – 8.1 PAGINA: 4/13
	METODE NUMERICE				

IV. ADMINISTRAREA DISCIPLINEI: METODE NUMERICE

Codul disciplinei	Anul predării	Semestrul	Numărul de ore				Evaluarea		
			Prelegeri	Seminare	Lucrări de laborator	Lucrul individual	Credite	Curentă	Finală
D.O.005	Învățământ cu frecvență								
	II	III	36		24	60	4	2 atestări	examen


V. REZULTATELE ÎNVĂȚĂRII, CONȚINUTURI ȘI METODE DIDACTICE APLICATE

Rezultatele învățării. Studentul trebuie:	Conținuturi		Metode de predare	Realizarea în timp (ore)*			
	Prelegeri	Lucrări de laborator		învățământ cu frecvență		învățământ cu frecvență redusă	
				Prelegeri	L. lab.	Prelegeri	L. lab.
1	2	3	4	5	6	7	8
<p>să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ scopul și Obiectivele disciplinei; ▪ parametrii unui sistem de calcul și să înțeleagă efectul erorilor de rotunjire în lucrul cu numerele aproximative; ▪ metode de separare a rădăcinilor reale ale ecuațiilor neliniare și rezolvarea lor. <p>să fie capabil:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ să prezinte abilități de rezolvare numerică și să poată face compararea și alegerea metodelor efective; ▪ de alegere a metodelor de rezolvare a ecuațiilor neliniare în situații concrete ce vin din practică. 	<p>Tema 1. Numere aproximative. Aritmetica virgulei mobilă și erorile de rotunjire. Determinarea parametrilor unui sistem de calcul. Efectul erorilor de rotunjire.</p>		<p>Pentru prelegere: expunerea, conversația</p>	2	-		
	<p>Tema 2. Rezolvarea numerică a ecuațiilor algebrice și transcendente. Separarea rădăcinilor. Metoda înjumătățirii intervalului. Metoda aproximațiilor succesive. Metoda lui Newton. Criterii de oprire în metodele iterative. Rezolvarea aproximativă a ecuațiilor algebrice.</p>	<p>Lucrarea de laborator nr. 1 Rezolvarea numerică a ecuațiilor algebrice și transcendente</p>	<p>Pentru prelegeri: expunerea, învățare prin colaborare Pentru lucrare de laborator: problematizarea; tehnici de învățare interactiv-creativă</p>	6	4		

1	2	3	4	5	6	7	8
<p>să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> noțiunile de bază din analiza matriceală, necesare pentru înțelegerea materialului ulterior; metodele de rezolvare într-un număr finit de operații aritmetice a sistemelor de ecuații liniare; metodele iterative de rezolvare a sistemelor de ecuații liniare în dimensiuni mari. <p>să fie capabil:</p> <ul style="list-style-type: none"> să prezinte abilități de utilizare a metodelor numerice de rezolvare a sistemelor de ecuații liniare și să cunoască condițiile de aplicare a metodelor; să poată justifica rezultatele obținute și discuta despre stabilitatea algoritmilor numerici. 	<p>Tema 3 Elemente de analiză matriceală. Norme de vectori și de matrice. Matrice speciale. Funcții de matrice și proprietățile lor.</p>		<p>Pentru prelegeri: expunerea, învățare prin colaborare.</p>	2	-		
	<p>Tema 4. Metode numerice de rezolvare a sistemelor de ecuații algebrice liniare. Metode directe. Metode iterative de rezolvare a sistemelor de ecuații liniare. Metoda suprarelaxării succesive. Sisteme liniare supradeterminate și metoda celor mai mici pătrate. Metode bazate pe sisteme normale. Stabilitatea algoritmilor</p>	<p>Lucrarea de laborator nr. 2 Rezolvarea numerică a sistemelor de ecuații liniare. Metode directe</p> <p>Lucrarea de laborator nr. 3 Rezolvarea numerică a sistemelor de ecuații liniare. Metode iterative</p>	<p>Pentru prelegeri: expunerea, învățare prin colaborare</p> <p>Pentru lucrare de laborator: problematizarea; tehnici de învățare interactiv-creativă</p>	6	8		

1	2	3	4	5	6	7	8
<p>să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> noțiunile fundamentale referitoare la valorile și vectorii proprii; metodele de bază de rezolvare numerică a sistemelor de ecuații neliniare și greutățile care apar la aplicarea lor. <p>să fie capabil:</p> <ul style="list-style-type: none"> de a utiliza metodele numerice de calcul al valorilor și vectorilor proprii. 	<p>Tema 5 Calculul valorilor și vectorilor proprii. Metoda lui Fadeev. Metoda lui Krîlov. Metode bazate pe transformări de asemănare ortogonală. Algoritmul QR.</p>	<p>Lucrarea de laborator nr. 4 Calculul valorilor și vectorilor proprii</p>	<p>Pentru prelegeri: expunerea, învățare prin colaborare</p> <p>Pentru lucrare de laborator: problematizarea; tehnici de învățare interactiv-creativă</p>	4	4		
	<p>Tema 6 Rezolvarea numerică a sistemelor de ecuații neliniare. Metoda aproximațiilor succesive. Metoda Gauss-Seidel neliniară. Metoda lui Newton. Metoda gradientului.</p>		<p>Pentru prelegeri: expunerea, învățare prin colaborare</p> <p>Pentru lucrare de laborator: problematizarea; tehnici de învățare interactiv-creativă</p>	4			
<p>să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> metodele de aproximare a funcțiilor cu polinoame algebrice de interpolare și evaluarea erorilor care apar la interpolare. <p>să fie capabil:</p> <ul style="list-style-type: none"> de aproximare a funcțiilor periodice cu polinoame trigonometrice sau funcții 	<p>Tema 7 Aproximarea funcțiilor. Polinoame de interpolare. Aproximarea trigonometrică și exponențială a funcțiilor. Aproximarea cu funcții spline. Aproximarea în medie. Metoda celor mai mici pătrate.. Integrarea și derivarea numerică.</p>	<p>Lucrarea de laborator nr. 5 Aproximarea și interpolarea funcțiilor.</p>	<p>Pentru prelegeri: expunerea, învățare prin colaborare</p> <p>Pentru lucrare de laborator: problematizarea; tehnici de învățare interactiv-creativă</p>	6	4		

<p><i>spline și de alegere a nodurilor de interpolare ce permite minimizarea erorii de interpolare.</i></p>							
<p>să cunoască:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ metodele directe de integrare a ecuațiilor diferențiale ordinare, precum și analiza convergenței lor; ▪ metodele indirecte de rezolvare numerică a ecuațiilor diferențiale ordinare și a sistemelor de ecuații de ordin superior. <p>să fie capabil:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ a putea integra numeric ecuațiile și sistemele de ecuații diferențiale. 	<p>Tema 8 Rezolvarea numerică a ecuațiilor diferențiale. Metode numerice directe. Metode numerice indirecte. Metode numerice pentru sisteme și ecuații de ordin superior</p>	<p>Lucrarea de laborator nr. 6 Rezolvarea numerică a ecuațiilor diferențiale. Metode numerice directe Metode numerice indirecte</p>	<p>Pentru prelegeri: expunerea, învățare prin colaborare</p> <p>Pentru lucrare de laborator: problematizarea; tehnici de învățare interactiv-creativă</p>	6	4		
Total Metode numerice				36	24	-	-

 UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI	CURRICULUM AL DISCIPLINEI	CD/M – 8.1 PAGINA: 9/13
	METODE NUMERICE	

VI. SUGESTII PENTRU ACTIVITATEA INDIVIDUALĂ A STUDENȚILOR

Pe parcursul semestrului, studenții realizează activități individuale, care includ:

- studiul literaturii obligatorii conform listei surselor bibliografice prezentate în curricula;
- realizarea temelor pentru acasă, propuse în cadrul lucrărilor de laborator.

Pe parcursul semestrului studenților li se propune tematica pentru elaborarea referatelor în scopul aprofundării cunoștințelor teoretice, după cum urmează:

1. Probleme prost condiționate. Perturbații. Numărul de condiționare
2. Metode de ordin superior de rezolvare a ecuațiilor neliniare
3. Considerații asupra metodelor de ortogonalizare
4. Pachete de programe pentru rezolvarea problemelor de analiză numerică

Nr. crt.	Capitol, temă	Conținut activitate individuală	Durata, ore	Forma de control	Termeni de control (perioada)
1	T1	Însușire material teoretic	1	Verificare la examen	Examen
		Studiu individual. Subiecte: <i>Determinarea parametrilor unui sistem de calcul. Efectul erorilor de rotunjire.</i>	1	Verificare îndeplinire sarcină	2 săptămâni de la data stabilirii sarcinii
2	T2 LL1, LL2	Însușire material teoretic	1	Verificare la examen	Examen
		Pregătire lucrare de laborator	2		
		Studiu individual. Subiecte: <i>Rezolvarea aproximativă a ecuațiilor algebrice. Schema Horner. Metoda Birge-Viete</i>	1	Verificare îndeplinire sarcină	2 săptămâni de la data stabilirii sarcinii
3	T3	Însușire material teoretic	1	Verificare la examen	Examen
		Pregătire lucrare de laborator	1		
		Studiu individual. Subiectul: <i>Funcții de matrice și proprietățile lor.</i>	1	Verificare îndeplinire sarcină	2 săptămâni de la data stabilirii sarcinii
4	T4 LL3	Însușire material teoretic	2	Verificare la examen	Examen
		Pregătire lucrare de laborator			
		Studiu individual. Subiecte: <i>Metoda suprarelaxării succesive. Metode bazate pe sisteme normale.</i>	4	Verificare îndeplinire sarcină	2 săptămâni de la data stabilirii sarcinii
5	T5 LL4	Însușire material teoretic	2	Verificare la examen	Examen
		Pregătire lucrare de laborator	4		

		Studiu individual. Subiecte: <i>Algoritmul QR.. Metoda Fadeev. Metoda Krilov.</i>	2	Verificare îndeplinire sarcină	2 săptămâni de la data stabilirii sarcinii
6	T6	Însușire material teoretic	1	Verificare la examen	
		Pregătire lucrare de laborator	4		
		Studiu individual. Subiecte: <i>Sisteme de ecuații neliniare. Metode iterative.</i>	4	Verificare îndeplinire sarcină	2 săptămâni de la data stabilirii sarcinii
7	T7 LL5	Însușire material teoretic	1	Verificare la examen	Examen
		Pregătire lucrare de laborator	4		
		Studiu individual. Subiecte: <i>Aproximarea cu funcții spline. Aproximarea în medie.</i>	2	Verificare îndeplinire sarcină	1 săptămâni de la data stabilirii sarcinii
8	T8 LL6	Însușire material teoretic	1	Verificare la examen	Examen
		Pregătire lucrare de laborator	4		
		Studiu individual. Subiecte: <i>Metode numerice pentru sisteme și ecuații de ordin superior</i>	1	Verificare îndeplinire sarcină	1 săptămâni de la data stabilirii sarcinii
9	Săptămâna 7, 14	Pregătirea pentru testele din cadrul evaluării curente	4		
10		Pregătire de examen	11	Verificare la examen	Examen
Total:			60		


VII. EVALUAREA DISCIPLINEI

Curentă		Proiect de an	Examen final
Atestarea 1	Atestarea 2		
30%	30%	-	40%
Standard minim de performanță			
Prezența și activitatea la prelegeri și lucrări de laborator; Obținerea notei minime de „5” la fiecare dintre atestări și lucrări de laborator; Obținerea notei minime de „5” la proiectul de an; Demonstrarea în lucrarea de examinare finală a cunoașterii condițiilor de aplicare a procedeelelor de evaluare a indicatorilor QoS prin modele de RPGS.			

 UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI	CURRICULUM AL DISCIPLINEI	CD/M – 8.1 PAGINA: 11/13
	METODE NUMERICE	

VIII. CRITERII DE EVALUARE

Denumire	Modul de desfășurare	Pondere pe componente de conținut	
		învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redusă
Evaluare curentă	<p>Evaluarea curentă a studenților se realizează pe parcursul orelor de laborator și orelor de prelegeri în baza următoarelor activități:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Participarea activă la lucrările de laborator; 2) Rezultatele testelor efectuate în cadrul lucrărilor de laborator și orelor de curs la sfârșit de temă (capitol); 3) Îndeplinirea și susținerea lucrărilor de laborator; 4) Prezența și participarea la activitățile didactice. <p>Criterii de evaluare: corectitudinea îndeplinirii sarcinii la lucrările de laborator, raportul final și modul de prezentare al acestuia, rezultatele testelor, ponderea absențelor nemotivate de la activitățile didactice.</p>	15%	25%
Evaluare periodică			
EP 1	<p>Evaluarea periodică 1 se desfășoară pe parcursul săptămânii a 7-ea, cu prezența fizică sau în regim online, utilizând diverse instrumente TIC (Moodle, Teams, PC ș.a.).</p> <p>Testul în scris cuprinde metodele numerice de rezolvare a problemelor 2-12 din Chestionarul pentru atestarea nr.1 (alcătuit în baza temelor 1-4).</p>	15%	
EP 2	<p>Testul în scris care conține metodele numerice de rezolvare a problemelor 2-9, 13-14 din Chestionarul pentru atestarea nr.2 (alcătuit în baza temelor 5-8).</p>	15%	
Studiu individual		15%	25%

 UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI	CURRICULUM AL DISCIPLINEI	CD/M – 8.1	
	METODE NUMERICE	PAGINA: 12/13	
Sarcina 1	Referat la alegere din următoarele teme: 1. Determinarea parametrilor unui sistem de calcul. Efectul erorilor de rotunjire. 2. Rezolvarea aproximativă a ecuațiilor algebrice. Schema Horner. Metoda Birge-Viete 3. Funcții de matrice și proprietățile lor. 4. Metoda suprarelaxării succesive. Metode bazate pe sisteme normale. Criterii de evaluare: Corectitudinea elaborării referatului, desfășurarea tematicii, respectarea standardelor de elaborare a unei lucrări scrise, calitatea prezentării.	50%	50%
Sarcina 2	Referat la alegere din următoarele teme: 1. Algoritm QR.. Metoda Fadeev. Metoda Krilov. 2. Sisteme de ecuații neliniare. Metode iterative. 3. Aproximarea cu funcții spline. Aproximarea în medie. 4. Metode numerice pentru sisteme și ecuații de ordin superior.	50%	50%
Proiect/teză			
Examen final	Examen scris cu bilete. Fiecare bilet conține patru întrebări (atât probleme practice de metode numerice cât și analiza lor) din lista celor 38 subiecte din Chestionarul pentru examen (bilete alcătuite în baza temelor 1-8).	40%	50%

IX. LISTA DE SUBIECTE PENTRU EVALUĂRI PERIODICE ȘI CEA FINALĂ

CHESTIONAR PENTRU ATESTAREA I


1. Determinarea parametrilor unui sistem de calcul (unitatea de rotunjire a calculatorului ε_M , baza sistemului de numerație, cantitatea de cifre din mantisă, cel mai mic număr pozitiv și cel mai mare număr în virgulă mobilă).
2. Separarea rădăcinilor reale ale ecuațiilor algebrice și transcendente.
3. Metoda înjumătățirii intervalului.
4. Metoda aproximațiilor succesive.
5. Metoda tangentelor (Newton).
6. Metoda secantelor.
7. Vector și matrice, operații asupra lor. Norme de vectori și matrice.
8. Valori proprii și vectori proprii. Spectrul matricei. Funcții de matrice și proprietățile lor.
9. Metoda lui Gauss (a eliminării). Factorizarea LU.
10. Metoda lui Cholesky (metoda rădăcinii pătrate).
11. Metode iterative de rezolvare a sistemelor de ecuații liniare. Metoda Jacobi. Metoda Gauss-Seidel.
12. Sisteme liniare supradeterminate și metoda celor mai mici pătrate.
13. Metode bazate pe sisteme normale. Metode de ortogonalizare. Factorizarea QR.
14. Perturbații. Numărul de condiționare. Stabilitatea algoritmilor.
15. Metode de inversare de matrice. Metoda Gauss-Jordan. Algoritm Fletcher-Powell.

CHESTIONAR PENTRU ATESTAREA A II-A

1. Metode iterative de inversare. Metoda lui Newton (Hotelling-Bodewing).
2. Proprietăți ale valorilor proprii.
3. Rezolvarea sistemelor de ecuații neliniare. Metoda aproximațiilor succesive.
4. Metoda Gauss-Seidel neliniară.
5. Polinoame de interpolare. Polinomul lui Lagrange.
6. Formula lui Newton de interpolare ascendentă. Formula lui Newton de interpolare descendentă.
7. Aproximarea trigonometrică și exponențială a funcțiilor.
8. Alegerea nodurilor de interpolare. Minimizarea erorilor de interpolare. Polinoame Cebîșev.
9. Aproximarea cu funcții spline. Aproximarea în medie.
10. Formula trapezului.
11. Formula lui Simpson.
12. Derivarea numerică.
13. Metoda lui Euler. Metodele Runge-Kutta.
14. Metoda Adams-Bashforth. Metoda Adams-Moulton.
15. Metode numerice pentru sisteme și ecuații diferențiale de ordin superior.

CHESTIONAR PENTRU EXAMEN

1. Erori absolute și erori relative.
2. Propagarea și sursele erorilor.
3. Numere cu virgulă mobilă.
4. Aritmetica virgulei mobile și erorile de rotunjire.
5. Ecuații algebrice și transcendente. Separarea rădăcinilor.
6. Metoda înjumătățirii intervalului.
7. Metoda aproximațiilor succesive și evaluarea erorii.
8. Metoda Newton (tangentelor). Convergența și estimarea erorii.
9. Metoda secantei. Metoda coardelor. Metode de ordinul trei de convergență.
10. Norme de vectori și matrice.
11. Matrice speciale.
12. Sisteme de ecuații algebrice liniare.
13. Metoda eliminării a lui Gauss.
14. Factorizarea **LU**.
15. Factorizarea Choleschy.
16. Perturbații. Numărul de condiționare.
17. Metode iterative de rezolvare a sistemelor de ecuații liniare. Metoda Jacobi. Metoda Gauss-Seidel. Metoda supralrelaxării.
18. Sisteme liniare supradeterminate și metoda celor mai mici pătrate.
19. Metode numerice de inversare de matrice. Metode directe . Metoda Gauss-Jordan. Algoritmul Fletcher-Powell.
20. Metode iterative de inversare de matrice. Metoda lui Newton (Hotelling-Bodewing).
21. Calculul valorilor și vectorilor proprii. Proprietăți fundamentale.
22. Metode bazate pe transformări de asemănare ortogonală. Tridiagonalizarea matricelor simetrice (metoda lui Householder, metoda lui Givens, forma Hessenberg). Algoritmul **QR**.
23. Metoda puterii. Metoda puterii inverse cu deplasări.
24. Metoda lui Krîlov. Metoda lui Leverrier. Metoda lui Fadeev..

 UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI	CURRICULUM AL DISCIPLINEI	CD/M – 8.1 PAGINA: 14/13
	METODE NUMERICE	

25. Metode numerice de rezolvare a sistemelor de ecuații neliniare. Metoda aproximațiilor succesive. Metoda Newton.
26. Interpolarea funcțiilor. Polinoame de interpolare Lagrange. Evaluarea erorii de interpolare.
27. Diferențe finite. Diferențe divizate. Formulele lui Newton de interpolare ascendentă și descendentă.
28. Polinoame Cebîșev de speța întâi. Proprietățile polinomului Cebîșev. Alegerea nodurilor ce minimizează eroarea absolută a interpolării.
29. Aproximarea cu funcții spline.
30. Aproximarea trigonometrică a funcțiilor.
31. Derivarea numerică.
32. Integrarea numerică. Formule de cuadratură obținute prin integrarea polinoamelor de interpolare.
33. Formulele de cuadratură de tip Gauss.
34. Regula lui Runge.
35. Problema Cauchy. Metode numerice directe. Metoda lui Euler. Metodele Runge-Kutta.
36. Convergența metodelor numerice directe.
37. Metode numerice indirecte. Metoda Adams-Bashforth. Metoda Adams-Moulton.
38. Metode numerice pentru sisteme și ecuații de ordin superior.


X. REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

De bază:

1. Moraru V. Metode numerice. Manual. Editura “Tehnica - UTM”, 2024. – 270 p. ISBN 978-9975-64-403-7.
2. Бузурнюк С., Морару В. Численные методы. Учебное пособие. Editura “Tehnica - UTM”, Chișinău, 2022. – 162 p. . ISBN 978-9975-45-706-6.
3. Moraru V. Metode de calcul numeric și optimizări. Note de curs. Secția Redactare și Editare a U.T.M., 2009. – 304 p. ISBN 978-9975-45-108-6.
4. Moraru V. Metode numerice în algebra liniară. Ciclul de prelegeri. Editura Cartea Universitară. U.T.M., Chișinău, 1995. 80 p. ISBN 978-9975-45-760-6.
5. Moraru V., Popescu A. Rezolvarea numerică a ecuațiilor neliniare și a problemelor de optimizare necondiționată. Ciclul de prelegeri. Departamentul Editorial - Poligrafic al U.T.M., Chișinău, 1997. – 88 p.
6. Moraru V. Numere cu virgulă mobilă. Material didactic. Departamentul Editorial - Poligrafic al U.T.M., Chișinău, 1998.-28 p.
7. Buzurniuc S., Moraru V. Metode numerice. Material didactic Departamentul Editorial - Poligrafic al U.T.M., Chișinău, 2001. – 114 p..
8. Buzurniuc S., Popescu A., Moraru V. Metode numerice. Îndrumar de laborator. Departamentul Editorial - Poligrafic al U.T.M., Chișinău, 1996.

Suplimentară:

9. Franck Jdrzejewski. Introduction aux méthodes numériques. Publisher: Springer Paris 2007, 284 p. <https://link.springer.com/book/10.1007/2-287-28199-1>
10. Philip E. Gill, Walter Murray, Margaret H. Wright. *Numerical Linear Algebra and Optimization*. SIAM, 426 pages. <https://doi.org/10.1137/1.9781611976571> **Book Series Name:** Classics in Applied Mathematics

 UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI	CURRICULUM AL DISCIPLINEI	CD/M – 8.1 PAGINA: 15/13
	METODE NUMERICE	

11. Chapra S.G., Ganale R.P. Numerical methods for engineers, 6th edition. McGraw Hill Higher Education, 2010. – 994 p.
12. Buneci M.R. Metode Numerice - aspecte teoretice și practice. Editura Academica Brâncuși Târgu-Jiu, 2009. – 284 p.
13. Marinescu Gh., Rizzoli I. ș.a. Probleme de analiză numerică rezolvate cu calculatorul. Editura Academiei Republicii România, București, 1987. – 264 p.
14. Larionescu Dan. Metode numerice. Editura Tehnică, București, 1989. – 224 p.
15. Iorga N., Jora B. Programare numerică. Teora, București, 1996. – 256 p.
16. Brătianu C, Bostan V., Cojoclea L., Negreanu G. Metode numerice. Editura tehnică, București, 1996. – 212p.
17. Iorga V., Jora B., Nicolescu Cr., Lopătan I., Fătu I. Programare numerică. Editura Teora, București, 1996. – 256p.
18. Бахвалов Н.С. Численные методы в примерах и задачах. М. Высш. шк., 2010. – 190p.
19. Волков Е. А. Численные методы. М. Наука, 1982. – 254 p.