SYLLABUS

Approximation and Numerical Calculus Techniques (Tehnici de aproximare si de calcul numeric)

University year 2025-2026

1. Information regarding the programme

1.1. Higher education institution	Babeş-Bolyai University
1.2. Faculty	Mathematics and Computer Science
1.3. Department	Mathematics
1.4. Field of study	Mathematics
1.5. Study cycle	Master
1.6. Study programme/Qualification	**Advanced Mathematics**
1.7. Form of education	frecventa

2. Information regarding the discipline

2.1. Name of the discipline	**Approximation and Numerical Calculus Techniques**					Discipline code	MME3162
2.2. Course coordinator				Assoc. Prof. Teodora Catinas			
2.3. Seminar coordinator				Assoc. Prof. Teodora Catinas			
2.4. Year of study	2	2.5. Semester	2	2.6. Type of evaluation	E	2.7. Discipline regime	Optional (DS)

3. Total estimated time (hours/semester of didactic activities)

3.1. Hours per week	**3**	of which: 3.2 course	**2**	3.3 seminar/laboratory	**1**
3.4. Total hours in the curriculum	36	of which: 3.5 course	24	3.6 seminar/laborator	**12**
Time allotment for individual study (ID) and self-study activities (SA)					**hours**
Learning using manual, course support, bibliography, course notes (SA)					54
Additional documentation (in libraries, on electronic platforms, field documentation)					30
Preparation for seminars/labs, homework, papers, portfolios and essays					55
Tutorship					20
Evaluations					30
Other activities:					
3.7. Total individual study hours	**189**				
3.8. Total hours per semester	**225**				
3.9. Number of ECTS credits	**9**				

4. Prerequisites (if necessary)

4.1. curriculum	• knowledge of main notions and procedures of numerical analysis and ability to work with them. • Ability to program in MATLAB for implementing numerical algorithms.
4.2. competencies	• ability to work and solve problems with concepts of Numerical Analysis. • Improvment of programming skills in MATLAB for implementing numerical algorithms. • Comparative assessment and efficient use of various methods of demonstration

5. Conditions (if necessary)

5.1. for the course	Blackboard, projector
5.2. for the seminar /lab activities	Laboratory with computers.

6.1. Specific competencies acquired [1]

Professional/essential competencies	• C1.1: Identifications of notions, descriptions of theories and use of the specific language • C3.1 Description of concepts, theory and models used in application domain • C3.2 Identify and explain the basic computer science models corresponding to application domain • C3.3 Use of computer science and mathematical models and tools for solving specific problems in the application field • C3.4 Data and model analysis • C4.1 Defining basic concepts, theory and mathematical models • C4.2 Interpretation of mathematical models • C4.3 Identifying the appropriate models and methods for solving real-life problems • C4.5 Embedding formal models in applications from various areas
Transversal competencies	• CT1 Application of efficient and organized work rules, of responsible attitudes towards the didactic-scientific domain, to creatively value one's own potential, with the respect towards the principles and norms of professional etic. • CT3 Use of efficient methods and techniques to learn, inform, research and develop the abilities to value the knowledge, to adapt to requirements of a dynamic society and to communicate in Romanian language and in a language of international circulation.

6.2. Learning outcomes

Knowledge	The student knows: - fundamental notions of Numerical Anlysis and knows how to apply them in other domains of Mathematics and Computer Science.
Skills	The student is able to: - solve problems applying Numerical Analysis concepts - proof some theorems using mathematical language - implement numerical algorithms using MATLAB
Responsibility and autonomy:	The student has the ability to work independently to obtain - extended results for some others areas of Mathematics or Computer Science - numerical algorithms that can be applied in practical problems from real life.

7. Objectives of the discipline (outcome of the acquired competencies)

[1] One can choose either competences or learning outcomes, or both. If only one option is chosen, the row related to the other option will be deleted, and the kept one will be numbered 6.

7.1 General objective of the discipline	• to understand and use basic concepts of Numerical Analysis • be able to implement numerical algorithms in order to solve practical problems. • Assimilation of modern techniques of approximation of functions. • Knowledge, understanding and use of some classical and modern concepts of Numerical Analysis
7.2 Specific objective of the discipline	• Consolidation of theoretical and practical knowledge about the basic numerical algorithms. • Acquire some theoretical and practical knowledge regarding classical and modern procedures of numerical analysis • Ability to understand and manipulate advanced concepts, results and theories in the fields of mathematics. • Ability to use mathematical software and advanced methods of numerical analysis and programming for numerical solving of problems. • Ability to apply numerical algorithms to solve practical and real life problems. • Ability to model and analyze from a mathematical point of view real processes from other sciences, economics and engineering

8. Content

8.1 Course	Teaching methods	Remarks
1. Introductive notions. Least squares approximation.	Exposure: description, explanation, examples.	
2. Discrete least squares approximation: linear and polynomial least squares.	Exposure: description, explanation, examples, proofs.	
3. Gram-Schmidt process. Least squares approximation using orthogonal polynomials. QR and SVD decompositions.	Exposure: description, explanation, examples.	
4. Numerical methods for solving differential equations.	Exposure: description, explanation, examples.	
5. Positive linear operators: preliminaries, definitions properties, Bohman-Korovkin theorems. Modulus of continuity. Properties.	Exposure: description, explanation, examples, proofs.	
6. Modulus of smoothness. Properties. The approximation error.	Exposure: description, explanation, examples, proofs.	
7. Bernstein operators. Casteljau algorithm. Bernstein operators on square and triangle	Exposure: description, explanation, examples, proofs, dialogue.	
8. Operators of Bernstein type: Schurer, Cheney-Sharma	Exposure: description, explanation, examples.	
9. Operators of Bernstein type: Stancu, Kantorovich and Durrmeyer operators.	Exposure: description, explanation, examples.	
10. Extensions of some classical univariate interpolation methods to multivariate case.	Exposure: description, explanation, examples.	
11. Some applications of the interpolation processes to surfaces generation.	Exposure: description, explanation, examples.	
12. Presentation of a synthesis work.	Exposure: description, explanation, examples.	

Bibliography

1. O. Agratini, I. Chiorean, Gh. Coman, R.T. Trîmbitaş, *Analiză Numerică şi Teoria Aproximării*, vol. III, Ed. Presa Univ. Clujeană, 2002;
2. R. L. Burden, J. D. Faires, *Numerical Analysis,* PWS Publishing Company, 2010.
3. I. Chiorean, T. Cătinaş, R. Trîmbitaş, *Analiză numerică*, Ed. Presa Univ. Clujeană, 2010.
4. Gh. Coman, T. Cătinaş, şi alţii, *Interpolation operators*, Ed. Casa Cărţii de Ştiinţă, Cluj-Napoca, 2004.

5. Gh. Coman, I. Chiorean, T. Cătinaş, *Numerical Analysis. An Advanced Course*, Ed. Presa Univ. Clujeană, 2007.
6. S. D. Conte, Carl de Boor, *ELEMENTARY NUMERICAL ANALYSIS. An Algorithmic Approach,* SIAM, 2017.
7. W. Gander, M.J. Gander, F. Kwok, *Scientific Computing,* Springer Internat. Publishing, 2014.
8. W. Gautschi, *Numerical Analysis. An introduction*, Birkhauser, Basel, 1997
9. R. Plato, *Concise Numerical Mathematics*, Amer. Math. Soc., 2003.
10. D.D. Stancu, Gh. Coman, O. Agratini, R. Trimbitas, *Analiză Numerică şi Teoria Aproximării*, vol. I, Ed. Presa Univ. Clujeană, 2001;
11. D.D. Stancu, Gh. Coman, P. Blaga, *Analiză Numerică şi Teoria Aproximării*, vol. II, Ed. Presa Univ. Clujeană, 2002;
12. R. Trîmbitaş, *Numerical Analysis*, Ed. Presa Univ. Clujeană, 2007.

8.2 Seminary/Laboratory	Teaching methods	Remarks
1-2 Introductory examples and problems.	Explanation, dialogue.	
3-4 Discrete least square approximation (linear and polynomial) and continuous least square approximation. Practical examples.	Explanation, dialogue, examples.	
5-6 Gram-Schmidt algorithm. QR and SVD decompositions.	Explanation, dialogue, practical examples.	
7-8 Numerical methods fro differential equations	Explanation, dialogue, practical examples.	
9-10 Generation of some Bernstein-type operators. Casteljau algorithm.	Explanation, dialogue, practical examples. Evaluation.	
11-12 Some applications of extensions of classical univariate interpolation methods to multivariate case. Ending of evaluation for seminar/lab work	Explanation, dialogue, practical examples. Evaluation.	

Bibliography
1. R. L. Burden, J. D. Faires, *Numerical Analysis,* PWS Publishing Company, 2010.
2. W. Gander, M.J. Gander, F. Kwok, *Scientific Computing,* Springer Internat. Publishing, 2014.
3. A. Kharab, R. B. Guenther, *An introduction to numerical methods. A Matlab approach,* Taylor&Francis Group, 2006.
4. R. Trîmbitaş, *Numerical Analysis*, Ed. Presa Univ. Clujeană, 2007.

9. Corroborating the content of the discipline with the expectations of the epistemic community, professional associations and representative employers within the field of the program

- The content of the course is important for seeing the application of mathematical knowledge in solving practical and real life problems.

10. Evaluation

Activity type	10.1 Evaluation criteria	10.2 Evaluation methods	10.3 Percentage of final grade
10.4 Course	- know the basic principles of Numerical Analysis;	Written exam	60%
	- apply the course concepts in problem solving		
10.5 Seminar/laboratory	- be able to implement course concepts and algorithms	Evaluation and continuous observations during the semester.	Lab 30%

	- apply techniques for different practical problems	Study for preparing a synthesis work.	10%
10.6 Minimum standard of performance			
• At least grade 5 (from a scale of 1 to 10) at both written exam and laboratory work.			

11. Labels ODD (Sustainable Development Goals)[2]

	General label for Sustainable Development							

Date:
27.03.2025

Signature of course coordinator

Conf. Dr. Teodora Cătinaș

Signature of seminar coordinator

Conf. Dr. Teodora Cătinaș

Date of approval:
25.04.2025

Signature of the head of department

Prof. dr. Andrei Mărcuș

[2] Keep only the labels that, according to the *Procedure for applying ODD labels in the academic process*, suit the discipline and delete the others, including the general one for *Sustainable Development* – if not applicable. If no label describes the discipline, delete them all and write „*Not applicable.*”.

FIŞA DISCIPLINEI

Tehnici de aproximare si de calcul numeric

Anul universitar 2025-2026

1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea Babeș-Bolyai
1.2. Facultatea	Matematică și Informatică
1.3. Departamentul	Matematică
1.4. Domeniul de studii	Matematică
1.5. Ciclul de studii	Master
1.6. Programul de studii / Calificarea	Matematici Avansate
1.7. Forma de învățământ	cu frecvență

2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	**Tehnici de aproximare si de calcul numeric**					Codul disciplinei	MME3162
2.2. Titularul activităților de curs	Conf. dr. Cătinaș Teodora						
2.3. Titularul activităților de seminar	Conf. dr. Cătinaș Teodora						
2.4. Anul de studiu	**2**	2.5. Semestrul	**4**	2.6. Tipul de evaluare	**E**	2.7. Regimul disciplinei	DS (optionala)

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	**3**	din care: 3.2. curs	**2**	3.3. seminar/ laborator/ proiect	**1**
3.4. Total ore din planul de învățământ	**36**	din care: 3.5. curs	**24**	3.6 seminar/laborator	**12**
Distribuția fondului de timp pentru studiul individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)					**ore**
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe (AI)					54
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					30
Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					55
Tutoriat (consiliere profesională)					20
Examinări					30
Alte activităţi					
3.7. Total ore studiu individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)				**189**	
3.8. Total ore pe semestru				**225**	
3.9. Numărul de credite				**9**	

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1. de curriculum	• Cunoasterea notiunilor si procedeelor principale ale analizei numerice si abilitatea de a lucra cu ele. • Dezvoltarea capacitatilor de programare in MATLAB pentru a implementa algoritmi numerici.

4.2. de competențe	• abilitatea de a opera cu concepte ale analizei numerice • abilitatea de a rezolva probleme de analiza numerică pe baza noțiunilor învățate

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	tabla, creta, videoproiector
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului	tabla, creta; laborator cu computere

6.1. Competențele specifice acumulate[3]

Competențe profesionale/esențiale	• C1.1 ldentificarea noțiunilor, descrierea teoriilor si utilizarea limbajului specific. • C2.3 Aplicarea metodelor teoretice de analiză adecvate la problematica dată. • C3.1 Descrierea de concepte, teorie si modele utilizate in domenii aplicate • C3.3 Folosirea informaticii si a modelelor si instrumentelor matematice pentru rezolvarea unor probleme specifice din domeniul aplicat • C3.4 Analiza datelor si a modelelor • C4.1 Definirea unor concepte de baza, teorie si modele matematice • C4.2 Interpretarea modelelor matematice • C4.3 Identificarea modelelor si metodelor potrivite pentru rezolvarea unor probleme din viata reala • C4.5 Combinarea modelelor formale in aplicatii din diferite domenii
Competențe transversale	• CT1. Aplicarea regulilor de munca riguroasă și eficientă, manifestarea unor atitudini responsabile față de domeniul științific și didactic, pentru valorificarea optimă și creativă a propriului potențial în situații specifice, cu respectarea principiilor și a normelor de etică profesională. • CT3 Utilizarea unor metode şi tehnici eficiente de învăţare, informare, cercetare şi dezvoltare a capacităţilor de valorificare a cunoştinţelor, de adaptare la cerinţele unei societăţi dinamice și de comunicare în limba română și într-o limbă de circulație internațională

6.2. Rezultatele învățării

Cunoștințe	Studentul: - a dobândit competențele specifice disciplinelor legate de matematică necesare pentru realizarea temelor. - cunoaște noțiuni fundamentale legate de analiza numerica precum și metode de aplicare a acestora în domenii ale științei legate de matematică și informatică. -
Aptitudini	Studentul este capabil să: - construiască argumente matematice clare și bine susținute pentru a explica în scris probleme, subiecte și idei matematice. - demonstreze teoreme utilizând limbajul matematic în cadrul cursurilor teoretice și va putea prezenta aceste rezultate atât oral, cât și în scris. - programaze in MATLAB pentru a implementa algoritmi numerici.

[3] Se poate opta pentru competențe sau pentru rezultatele învățării, respectiv pentru ambele. În cazul în care se alege o singură variantă, se va șterge tabelul aferent celeilalte opțiuni, iar opțiunea păstrată va fi numerotată cu 6.

Responsabilități și autonomie	Studentul are capacitatea de a - explora în mod independent anumite conținuturi matematice, bazându-se pe ideile și instrumentele însușite deja, pentru a-și extinde cunoașterea. - să extinde în mod independent ideile și argumentele matematice deja însușite, la un subiect matematic care nu a fost studiat anterior. - de a opera cu concepte ale analizei numerice şi de a le aplica la probleme practice, din viata reala.

7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	• Introducerea unor noțiuni si rezultate de baza din analiza numerica\ • Capacitate de a intelege si utiliza conceptele de baza ale analizei numerice • Capacitatea de a implementa algoritmi numerici pentru rezolvarea unor probleme practice.
7.2 Obiectivele specifice	• Asimilarea de cunostiinte teoretice si practice privind algortimii numerici specifici aproximarii functiilor, integrarii numerice, rezolvarii sistemelor de ecuatii liniare/neliniare, ecuatiilor neliniare, etc. • Abilitatea de a aplica algoritmi numerici pentru rezolvarea unor problem practice din viata reala.

8. Conţinuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observaţii
1. Notiuni introductive. Aproximare prin metoda celor mai mici patrate.	Expunerea, descrierea, explicaţia, prelegerea, examplificarea.	
2. Aproximare prin metoda celor mai mici patrate-cazul discret de tip liniar si polinomial.	Expunerea, descrierea, explicaţia, prelegerea, examplificarea.	
3. Procedeul Gram-Schmidt. Aproximare prin metoda celor mai mici patrate folosind polinoame ortogonale. Descompunerile QR si SVD.	Expunerea, descrierea, explicaţia, prelegerea, examplificarea.	
4. Metode numerice pentru ecuatii differentiale.	Expunerea, descrierea, explicaţia, prelegerea, examplificarea.	
5. Operatori liniari si pozitivi: preliminarii, definitii, proprietati, teorema lui Bohman-Korovkin. Modulul de continuitate- proprietati.	Expunerea, descrierea, explicaţia, prelegerea, examplificarea.	
6. Modulul de netezime- proprietati. Eroari de aproximare.	Expunerea, descrierea, explicaţia, prelegerea, examplificarea.	
7. Operatori Bernstein. Algoritmul lui Casteljau. Operatori Bernstein pe patrat si pe triunghi	Expunerea, descrierea, explicaţia, examplificarea.	

8. Operatori de tip Bernstein: Schurer, Cheney-Sharma	Expunerea, descrierea, explicaţia, examplificarea.	
9. Operatori de tip Bernstein: Stancu, Kantorovich and Durrmeyer operators.	Expunerea, descrierea, explicaţia, examplificarea.	
10. Extinderi la cazul multivariat al unor operatori univariati.	Expunerea, descrierea, explicaţia, prelegerea, examplificarea.	
11. Sunele aplicatii ale procedeelor de interpolare lla generarea de suprafete.	Expunerea, descrierea, explicaţia, examplificarea.	
12. Prezentarea unei lucrari de sinteza.	Expunerea, descrierea, explicaţia, prelegerea, examplificarea.	

Bibliografie

1. O. Agratini, I. Chiorean, Gh. Coman, R.T. Trîmbitaş, *Analiză Numerică şi Teoria Aproximării*, vol. III, Ed. Presa Univ. Clujeană, 2002;
2. R. L. Burden, J. D. Faires, *Numerical Analysis,* PWS Publishing Company, 2010.
3. I. Chiorean, T. Cătinaş, R. Trîmbitaş, *Analiză numerică*, Ed. Presa Univ. Clujeană, 2010.
4. Gh. Coman, T. Cătinaş, şi alţii, *Interpolation operators*, Ed. Casa Cărţii de Ştiinţă, Cluj-Napoca, 2004.
5. Gh. Coman, I. Chiorean, T. Cătinaş, *Numerical Analysis. An Advanced Course*, Ed. Presa Univ. Clujeană, 2007.
6. S. D. Conte, Carl de Boor, *ELEMENTARY NUMERICAL ANALYSIS. An Algorithmic Approach,* SIAM, 2017.
7. W. Gander, M.J. Gander, F. Kwok, *Scientific Computing,* Springer Internat. Publishing, 2014.
8. W. Gautschi, *Numerical Analysis. An introduction*, Birkhauser, Basel, 1997
9. R. Plato, *Concise Numerical Mathematics*, Amer. Math. Soc., 2003.
10. D.D. Stancu, Gh. Coman, O. Agratini, R. Trimbitas, *Analiză Numerică şi Teoria Aproximării*, vol. I, Ed. Presa Univ. Clujeană, 2001;
11. D.D. Stancu, Gh. Coman, P. Blaga, *Analiză Numerică şi Teoria Aproximării*, vol. II, Ed. Presa Univ. Clujeană, 2002;
12. R. Trîmbitaş, *Numerical Analysis*, Ed. Presa Univ. Clujeană, 2007.

8.2 **Seminar/Laborator**	Metode de predare	Observaţii
1-2 Exemple si probleme introductive.	Problematizarea, descoperirea, prelegerea dialog. Evaluarea	
3-4 Aproximare prin metoda celor mai mici patrate-cazul discret de tip liniar si polinomial. Exemple practice.	Problematizarea, descoperirea, prelegerea dialog. Evaluarea	
5-6 Procedeul Gram-Schmidt. Descompunerile QR si SVD.	Problematizarea, descoperirea, prelegerea dialog. Evaluarea	
7-8 Metode numerice pentru ecuatii differentiale.	Problematizarea, descoperirea, prelegerea dialog. Evaluarea	

9-10 Generarea unor operatori de tip Bernstein. Algoritmul lui Casteljau.	Problematizarea, descoperirea, prelegerea dialog. Evaluarea	
11-12 Extinderi la cazul multivariat al unor operatori univariati. Finalizarea evaluarii la seminar/lab	Problematizarea, descoperirea, prelegerea dialog. Evaluarea	

Bibliografie

1. R. L. Burden, J. D. Faires, *Numerical Analysis,* PWS Publishing Company, 2010.
2. W. Gander, M.J. Gander, F. Kwok, *Scientific Computing,* Springer Internat. Publishing, 2014.
   A. Kharab, R. B. Guenther, *An introduction to numerical methods. A Matlab approach,* Taylor&Francis Group, 2006.
3. R. Trîmbitaş, *Numerical Analysis*, Ed. Presa Univ. Clujeană, 2007.

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

- Continutul cursului este important pentru a vedea aplicatiile cunostintelor matematice in rezolvarea unor probleme practice, din viata reala.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	- cunoasterea principiilor de baza ale Analizei Numerice; - aplicarea conceptelor teoretice in aplicatii practice	Examen scris	60%
10.5 Seminar/laborator	- rezolvarea de probleme pe baza noțiunilor învățate - capacitatea de implementare a conceptelor teoretice de la curs in algoritmi - aplicarea tehnicilor pentru diferite probleme practice	Evaluare si observatie continua pe parcursul semestrului.	Lab 30%
		Studiul pt elaborarea unei lucrari de sinteza.	10%
10.6 Standard minim de performanță			
• Cel putin nota 5 atat la laborator cat si la examenul scris.			

11. Etichete ODD (Obiective de Dezvoltare Durabilă / Sustainable Development Goals)[4]

[4] Păstrați doar etichetele care, în conformitate cu *Procedura de aplicare a etichetelor ODD în procesul academic*, se potrivesc disciplinei și ștergeți-le pe celelalte, inclusiv eticheta generală pentru *Dezvoltare durabilă* - dacă nu se aplică. Dacă nicio etichetă nu descrie disciplina, ștergeți-le pe toate și scrieți "*Nu se aplică.*".

	Eticheta generală pentru Dezvoltare durabilă							

Data completării:
27.03.2025

Semnătura titularului de curs

Conf. Dr. Teodora Cătinaș

Semnătura titularului de seminar

Conf. Dr. Teodora Cătinaș

Data avizării în departament:
25.04.2025

Semnătura directorului de departament

Prof. dr. Andrei Mărcuș