

## 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 | <b>Advanced Mathematics</b>      |
| 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           |
| <b>Time allotment for individual study (ID) and self-study activities (SA)</b>        |     |                      |    |                        | <b>hours</b> |
| 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   | <ul style="list-style-type: none"> <li>knowledge of main notions and procedures of numerical analysis and ability to work with them.</li> <li>Ability to program in MATLAB for implementing numerical algorithms.</li> </ul>                                                                                |
| 4.2. competencies | <ul style="list-style-type: none"> <li>ability to work and solve problems with concepts of Numerical Analysis.</li> <li>Improvement of programming skills in MATLAB for implementing numerical algorithms.</li> <li>Comparative assessment and efficient use of various methods of demonstration</li> </ul> |

## 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 <sup>1</sup>

|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Professional/essential competencies | <ul style="list-style-type: none"><li>• C1.1: Identifications of notions, descriptions of theories and use of the specific language</li><li>• C3.1 Description of concepts, theory and models used in application domain</li><li>• C3.2 Identify and explain the basic computer science models corresponding to application domain</li><li>• C3.3 Use of computer science and mathematical models and tools for solving specific problems in the application field</li><li>• C3.4 Data and model analysis</li><li>• C4.1 Defining basic concepts, theory and mathematical models</li><li>• C4.2 Interpretation of mathematical models</li><li>• C4.3 Identifying the appropriate models and methods for solving real-life problems</li><li>• C4.5 Embedding formal models in applications from various areas</li></ul> |
| Transversal competencies            | <ul style="list-style-type: none"><li>• 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 ethic.</li><li>• 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.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                   |

## 6.2. Learning outcomes

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Knowledge                    | The student knows: <ul style="list-style-type: none"><li>- fundamental notions of Numerical Analysis and knows how to apply them in other domains of Mathematics and Computer Science.</li></ul>                                                                                 |
| Skills                       | The student is able to: <ul style="list-style-type: none"><li>- solve problems applying Numerical Analysis concepts</li><li>- proof some theorems using mathematical language</li><li>- implement numerical algorithms using MATLAB</li></ul>                                    |
| Responsibility and autonomy: | The student has the ability to work independently to obtain <ul style="list-style-type: none"><li>- extended results for some others areas of Mathematics or Computer Science</li><li>- numerical algorithms that can be applied in practical problems from real life.</li></ul> |

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

---

<sup>1</sup> 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.

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>7.1 General objective of the discipline</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• to understand and use basic concepts of Numerical Analysis</li> <li>• be able to implement numerical algorithms in order to solve practical problems.</li> <li>• Assimilation of modern techniques of approximation of functions.</li> <li>• Knowledge, understanding and use of some classical and modern concepts of Numerical Analysis</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>7.2 Specific objective of the discipline</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consolidation of theoretical and practical knowledge about the basic numerical algorithms.</li> <li>• Acquire some theoretical and practical knowledge regarding classical and modern procedures of numerical analysis</li> <li>• Ability to understand and manipulate advanced concepts, results and theories in the fields of mathematics.</li> <li>• Ability to use mathematical software and advanced methods of numerical analysis and programming for numerical solving of problems.</li> <li>• Ability to apply numerical algorithms to solve practical and real life problems.</li> <li>• Ability to model and analyze from a mathematical point of view real processes from other sciences, economics and engineering</li> </ul> |

## 8. Content

| 8.1 Course                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Teaching methods                                                | Remarks |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Introductory 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. Castel'jau 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<br>1. O. Agratini, I. Chiorean, Gh. Coman, R.T. Trîmbițaș, <i>Analiză Numerică și Teoria Aproximării</i> , vol. III, Ed. Presa Univ. Clujeană, 2002;<br>2. R. L. Burden, J. D. Faires, <i>Numerical Analysis</i> , PWS Publishing Company, 2010.<br>3. I. Chiorean, T. Cătițaș, R. Trîmbițaș, <i>Analiză numerică</i> , Ed. Presa Univ. Clujeană, 2010.<br>4. Gh. Coman, T. Cătițaș, și alții, <i>Interpolation operators</i> , Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2004. |                                                                 |         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                        |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------|
| 5. Gh. Coman, I. Chiorean, T. Cătiņaș, <i>Numerical Analysis. An Advanced Course</i> , Ed. Presa Univ. Clujeană, 2007.<br>6. S. D. Conte, Carl de Boor, <i>ELEMENTARY NUMERICAL ANALYSIS. An Algorithmic Approach</i> , SIAM, 2017.<br>7. W. Gander, M.J. Gander, F. Kwok, <i>Scientific Computing</i> , Springer Internat. Publishing, 2014.<br>8. W. Gautschi, <i>Numerical Analysis. An introduction</i> , Birkhauser, Basel, 1997<br>9. R. Plato, <i>Concise Numerical Mathematics</i> , Amer. Math. Soc., 2003.<br>10. D.D. Stancu, Gh. Coman, O. Agratini, R. Trîmbițaș, <i>Analiză Numerică și Teoria Aproximării</i> , vol. I, Ed. Presa Univ. Clujeană, 2001;<br>11. D.D. Stancu, Gh. Coman, P. Blaga, <i>Analiză Numerică și Teoria Aproximării</i> , vol. II, Ed. Presa Univ. Clujeană, 2002;<br>12. R. Trîmbițaș, <i>Numerical Analysis</i> , Ed. Presa Univ. Clujeană, 2007. |                                                        |         |
| <b>8.2 Seminary/Laboratory</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Teaching methods                                       | Remarks |
| <b>1-2</b> Introductory examples and problems.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Explanation, dialogue.                                 |         |
| <b>3-4</b> Discrete least square approximation (linear and polynomial) and continuous least square approximation. Practical examples.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Explanation, dialogue, examples.                       |         |
| <b>5-6</b> Gram-Schmidt algorithm. QR and SVD decompositions.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Explanation, dialogue, practical examples.             |         |
| <b>7-8</b> Numerical methods for differential equations                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Explanation, dialogue, practical examples.             |         |
| <b>9-10</b> Generation of some Bernstein-type operators. Casteljau algorithm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Explanation, dialogue, practical examples. Evaluation. |         |
| <b>11-12</b> Some applications of extensions of classical univariate interpolation methods to multivariate case.<br>Ending of evaluation for seminar/lab work                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Explanation, dialogue, practical examples. Evaluation. |         |
| Bibliography<br>1. R. L. Burden, J. D. Faires, <i>Numerical Analysis</i> , PWS Publishing Company, 2010.<br>2. W. Gander, M.J. Gander, F. Kwok, <i>Scientific Computing</i> , Springer Internat. Publishing, 2014.<br>3. A. Kharab, R. B. Guenther, <i>An introduction to numerical methods. A Matlab approach</i> , Taylor&Francis Group, 2006.<br>4. R. Trîmbițaș, <i>Numerical Analysis</i> , 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                                                                                                   |                                                     |                                       |     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>At least grade 5 (from a scale of 1 to 10) at both written exam and laboratory work.</li> </ul> |                                                     |                                       |     |

#### 11. Labels ODD (Sustainable Development Goals)<sup>2</sup>

|  |                                           |  |  |  |  |  |  |                                                                                     |
|--|-------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | General label for Sustainable Development |  |  |  |  |  |  |                                                                                     |
|  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |
|  |                                           |  |  |  |  |  |  |                                                                                     |

Date:  
27.03.2025

Signature of course coordinator

Conf. Dr. Teodora Cătiș



Signature of seminar coordinator

Conf. Dr. Teodora Cătiș



Date of approval:  
25.04.2025

Signature of the head of department

Prof. dr. Andrei Mărcuș

<sup>2</sup> 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.”.

## FIȘA 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         |
| <b>Distribuția fondului de timp pentru studiul individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)</b> |    |                     |    |                                  | <b>ore</b> |
| 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 activități                                                                                        |    |                     |    |                                  |            |
| <b>3.7. Total ore studiu individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)</b>                       |    |                     |    | <b>189</b>                       |            |
| <b>3.8. Total ore pe semestru</b>                                                                      |    |                     |    | <b>225</b>                       |            |
| <b>3.9. Numărul de credite</b>                                                                         |    |                     |    | <b>9</b>                         |            |

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

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.1. de curriculum | <ul style="list-style-type: none"><li>Cunoașterea notiunilor si procedeele principale ale analizei numerice si abilitatea de a lucra cu ele.</li><li>Dezvoltarea capacitatilor de programare in MATLAB pentru a implementa algoritmi numerici.</li></ul> |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                    |                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.2. de competențe | <ul style="list-style-type: none"> <li>• abilitatea de a opera cu concepte ale analizei numerice</li> <li>• abilitatea de a rezolva probleme de analiza numerică pe baza noțiunilor învățate</li> </ul> |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 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<sup>3</sup>

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competențe profesionale/esențiale | <ul style="list-style-type: none"> <li>• C1.1 Identificarea noțiunilor, descrierea teoriilor și utilizarea limbajului specific.</li> <li>• C2.3 Aplicarea metodelor teoretice de analiză adecvate la problematica dată.</li> <li>• C3.1 Descrierea de concepte, teorie și modele utilizate în domenii aplicate</li> <li>• C3.3 Folosirea informaticii și a modelelor și instrumentelor matematice pentru rezolvarea unor probleme specifice din domeniul aplicat</li> <li>• C3.4 Analiza datelor și a modelelor</li> <li>• C4.1 Definirea unor concepte de baza, teorie și modele matematice</li> <li>• C4.2 Interpretarea modelelor matematice</li> <li>• C4.3 Identificarea modelelor și metodelor potrivite pentru rezolvarea unor probleme din viața reală</li> <li>• C4.5 Combinarea modelelor formale în aplicații din diferite domenii</li> </ul> |
| Competențe transversale           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• CT1. Aplicarea regulilor de muncă 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.</li> <li>• CT3 Utilizarea unor metode și tehnici eficiente de învățare, informare, cercetare și dezvoltare a capacităților de valorificare a cunoștințelor, de adaptare la cerințele unei societăți dinamice și de comunicare în limba română și într-o limbă de circulație internațională</li> </ul>                                                                                                                                                                                                        |

## 6.2. Rezultatele învățării

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cunoștințe | <p>Studentul:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- a dobândit competențele specifice disciplinelor legate de matematică necesare pentru realizarea temelor.</li> <li>- cunoaște noțiuni fundamentale legate de analiza numerică precum și metode de aplicare a acestora în domenii ale științei legate de matematică și informatică.</li> <li>-</li> </ul>                                                                                    |
| Aptitudini | <p>Studentul este capabil să:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- construiască argumente matematice clare și bine susținute pentru a explica în scris probleme, subiecte și idei matematice.</li> <li>- demonstreze teoreme utilizând limbajul matematic în cadrul cursurilor teoretice și va putea prezenta aceste rezultate atât oral, cât și în scris.</li> <li>- programeze în MATLAB pentru a implementa algoritmi numerici.</li> </ul> |

<sup>3</sup> 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.

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Responsabilități și autonomie</b> | <p>Studentul are capacitatea de a</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- explora în mod independent anumite conținuturi matematice, bazându-se pe ideile și instrumentele însușite deja, pentru a-și extinde cunoașterea.</li> <li>- să extindă în mod independent ideile și argumentele matematice deja însușite, la un subiect matematic care nu a fost studiat anterior.</li> <li>- de a opera cu concepte ale analizei numerice și de a le aplica la probleme practice, din viața reală.</li> </ul> |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>7.1 Obiectivul general al disciplinei</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducerea unor noțiuni și rezultate de bază din analiza numerică\</li> <li>• Capacitate de a înțelege și utiliza conceptele de bază ale analizei numerice</li> <li>• Capacitatea de a implementa algoritmi numerici pentru rezolvarea unor probleme practice.</li> </ul>                                                              |
| <b>7.2 Obiectivele specifice</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asimilarea de cunoștințe teoretice și practice privind algoritmi numerici specifici aproximării funcțiilor, integrării numerice, rezolvării sistemelor de ecuații liniare/nelinare, ecuațiilor neliniare, etc.</li> <li>• Abilitatea de a aplica algoritmi numerici pentru rezolvarea unor probleme practice din viața reală.</li> </ul> |

## 8. Conținuturi

| <b>8.1 Curs</b>                                                                                                                            | Metode de predare                                              | Observații |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------|
| 1. Noțiuni introductive. Aproximare prin metoda celor mai mici pătrate.                                                                    | Expunerea, descrierea, explicația, prelegerea, exemplificarea. |            |
| 2. Aproximare prin metoda celor mai mici pătrate-cazul discret de tip liniar și polinomial.                                                | Expunerea, descrierea, explicația, prelegerea, exemplificarea. |            |
| 3. Procedura Gram-Schmidt. Aproximare prin metoda celor mai mici pătrate folosind polinoame ortogonale. Descompunerile QR și SVD.          | Expunerea, descrierea, explicația, prelegerea, exemplificarea. |            |
| 4. Metode numerice pentru ecuații diferențiale.                                                                                            | Expunerea, descrierea, explicația, prelegerea, exemplificarea. |            |
| 5. Operatori liniari și pozitivi: preliminarii, definiții, proprietăți, teorema lui Bohman-Korovkin. Modulul de continuitate- proprietăți. | Expunerea, descrierea, explicația, prelegerea, exemplificarea. |            |
| 6. Modulul de netezime- proprietăți. Eroari de aproximare.                                                                                 | Expunerea, descrierea, explicația, prelegerea, exemplificarea. |            |
| 7. Operatori Bernstein. Algoritmul lui Casteljaou. Operatori Bernstein pe pătrat și pe triunghi                                            | Expunerea, descrierea, explicația, exemplificarea.             |            |



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

#### Bibliografie

1. O. Agratini, I. Chiorean, Gh. Coman, R.T. Trîmbițaș, *Analiză Numerică și 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. Cătițaș, R. Trîmbițaș, *Analiză numerică*, Ed. Presa Univ. Clujeană, 2010.
4. Gh. Coman, T. Cătițaș, și alții, *Interpolation operators*, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2004.
5. Gh. Coman, I. Chiorean, T. Cătițaș, *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. Trîmbițaș, *Analiză Numerică și Teoria Aproximării*, vol. I, Ed. Presa Univ. Clujeană, 2001;
11. D.D. Stancu, Gh. Coman, P. Blaga, *Analiză Numerică și Teoria Aproximării*, vol. II, Ed. Presa Univ. Clujeană, 2002;
12. R. Trîmbițaș, *Numerical Analysis*, Ed. Presa Univ. Clujeană, 2007.

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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                   |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|
| <b>9-10</b> Generarea unor operatori de tip Bernstein.<br>Algoritmul lui Casteljau.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Problematizarea,<br>descoperirea, prelegerea<br>dialog. Evaluarea |  |
| <b>11-12</b> Extinderi la cazul multivariat al unor<br>operatori univariati.<br>Finalizarea evaluarii la seminar/lab                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Problematizarea,<br>descoperirea, prelegerea<br>dialog. Evaluarea |  |
| Bibliografie<br>1. R. L. Burden, J. D. Faires, <i>Numerical Analysis</i> , PWS Publishing Company, 2010.<br>2. W. Gander, M.J. Gander, F. Kwok, <i>Scientific Computing</i> , Springer Internat. Publishing, 2014.<br>A. Kharab, R. B. Guenther, <i>An introduction to numerical methods. A Matlab approach</i> ,<br>Taylor&Francis Group, 2006.<br>3. R. Trîmbițaș, <i>Numerical Analysis</i> , Ed. Presa Univ. Clujeană, 2007. |                                                                   |  |

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

- Conținutul cursului este important pentru a vedea aplicațiile cunoștințelor matematice în rezolvarea unor probleme practice, din viața reală.

## 10. Evaluare

| Tip activitate                                                                                                 | 10.1 Criterii de evaluare                                                                                                                                                                         | 10.2 Metode de evaluare                                   | 10.3 Pondere din nota finală |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------|
| 10.4 Curs                                                                                                      | - cunoașterea principiilor de baza ale Analizei Numerice;<br>- aplicarea conceptelor teoretice in aplicatii practice                                                                              | Examen scris                                              | 60%                          |
| 10.5 Seminar/laborator                                                                                         | - rezolvarea de probleme pe baza noțiunilor învățate<br>- capacitatea de implementare a conceptelor teoretice de la curs in algoritmi<br>- 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                                                                             |                                                                                                                                                                                                   |                                                           |                              |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Cel puțin nota 5 atat la laborator cat si la examenul scris.</li></ul> |                                                                                                                                                                                                   |                                                           |                              |

## 11. Etichete ODD (Obiective de Dezvoltare Durabilă / Sustainable Development Goals)<sup>4</sup>

<sup>4</sup> 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 Cătiș



Semnătura titularului de seminar

Conf. Dr. Teodora Cătiș



Data avizării în departament:  
25.04.2025

Semnătura directorului de departament

Prof. dr. Andrei Mărcuș