

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

|                                        |                                       |
|----------------------------------------|---------------------------------------|
| 1.1. Instituția de învățământ superior | Universitatea Transilvania din Brașov |
| 1.2. Facultatea                        | Matematică și Informatică             |
| 1.3. Departamentul                     | Matematică și Informatică             |
| 1.4. Domeniul de studii de licență     | Matematică                            |
| 1.5. Ciclul de studii <sup>2)</sup>    | Licență                               |
| 1.6. Programul de studii / Calificarea | Matematică informatică                |

### 2. Date despre disciplină

|                                                               |                              |                |   |                        |   |                          |                              |    |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------|---|------------------------|---|--------------------------|------------------------------|----|
| 2.1. Denumirea disciplinei                                    | Analiza Funcțională          |                |   |                        |   |                          |                              |    |
| 2.2. Titularul activităților de curs                          | Prof. Dr. Radu MICULESCU     |                |   |                        |   |                          |                              |    |
| 2.3. Titularul activităților de seminar / laborator / proiect | Asist. drd. Bogdan ANGHELINA |                |   |                        |   |                          |                              |    |
| 2.4. Anul de studii                                           | III                          | 2.5. Semestrul | I | 2.6. Tipul de evaluare | E | 2.7. Regimul disciplinei | Conținut <sup>3)</sup>       | DS |
|                                                               |                              |                |   |                        |   |                          | Obligativitate <sup>4)</sup> | DI |

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

|                                                                                                       |     |                     |    |                                  |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------|----|----------------------------------|-----|
| 3.1. Număr de ore pe săptămână din planul de învățământ la forma IF                                   | 4   | din care: 3.2. curs | 2  | 3.3. seminar/ laborator/ proiect | 2   |
| 3.4. Total ore pe semestru din planul de învățământ la forma IF                                       | 56  | din care: 3.5. curs | 28 | 3.6. seminar                     | 28  |
| Distribuția fondului de timp                                                                          |     |                     |    |                                  | ore |
| 3.4.1. Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe (AI)                               |     |                     |    |                                  | 50  |
| 3.4.2. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren |     |                     |    |                                  | 40  |
| 3.4.3. Pregătire seminare / laboratoare / proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri              |     |                     |    |                                  | 30  |
| 3.4.4. Tutoriat (consiliere profesională)                                                             |     |                     |    |                                  | -   |
| 3.4.5. Examinări                                                                                      |     |                     |    |                                  | 4   |
| 3.4.6. Alte activități (comunicare bidirecțională, sincronă/asincronă pe platformă cu studenții)      |     |                     |    |                                  | -   |
| 3.7. Total ore de studiu individual (AI+SI)                                                           | 124 |                     |    |                                  |     |
| 3.8. Total ore pe semestru                                                                            | 180 |                     |    |                                  |     |
| 3.9. Numărul de credite <sup>6)</sup>                                                                 | 6   |                     |    |                                  |     |

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

|                    |                                                                                                                                                        |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.1. de curriculum | Cunoașterea notiunilor fundamentale de algebra liniară, topologie și analiza matematică clasică                                                        |
| 4.2. de competențe | Capacitatea de operare cu conceptele fundamentale ale algebrei liniare și ale analizei matematice clasice<br>Capacitatea de lucru cu noțiuni abstracte |

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

|                                                                 |                                                           |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 5.1. de desfășurare a cursului                                  | Sala de curs, cu tablă, retroproiector și minim 50 locuri |
| 5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului | Sala de curs, cu tablă, retroproiector și minim 50 locuri |

6. Competențe specifice acumulate (conform grilei de competențe din planul de învățământ)

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competențe profesionale | <p><b>CP2. Raționament matematic riguros și creativ în contexte avansate</b></p> <p><b>2.1. Cunoștințe</b></p> <p>R.Î.2.1.1. Studentul/absolventul definește conceptele de bază din discipline avansate de matematică din curriculum.</p> <p>R.Î.2.1.2. Studentul/absolventul compară și distinge noțiunile înrudite și proprietățile acestora din discipline avansate de matematică din curriculum.</p> <p>R.Î.2.1.3. Studentul/absolventul formulează observații și diferențiază noțiuni, proprietăți și aserțiuni din discipline avansate de matematică prin exemple și contraexemplu.</p> <p><b>2.2. Aptitudini</b></p> <p>R.Î.2.2.1. Studentul/absolventul răspunde la întrebări și formulează corect și riguros enunțurile unor aserțiuni matematice (leme, propoziții, teoreme) din disciplinele din curriculum.</p> <p>R.Î.2.2.2. Studentul/absolventul reproduce și analizează ipotezele și concluziile din aserțiunile matematice și discută modul în care acestea se pot lega în cadrul demonstrației.</p> <p>R.Î.2.2.3. Studentul/absolventul argumentează rolul elementelor din ipoteza aserțiunilor matematice, discută modul în care acestea se articulează în demonstrație și construiește în mod independent demonstrații corecte ale unor aserțiuni matematice din cadrul disciplinelor majore ale matematicii.</p> <p><b>2.3. Responsabilitate și autonomie</b></p> <p>R.Î.2.3.1. Studentul/absolventul extinde tehnicile de rezolvare a problemelor obișnuite la probleme care apar în situații noi și cu grad progresiv de dificultate, caută și alte metode de rezolvare și formulează consecințe și concluzii ce decurg dintr-un set de ipoteze.</p> <p>R.Î.2.3.2. Studentul/absolventul analizează metodele de rezolvare, stabilește unicitatea soluțiilor, recunoaște erorile de raționament din rezolvarea unei probleme, găsește modalitatea prin care le poate elimina și obține versiunea corectă a demonstrației / metodei de rezolvare.</p> <p>R.Î.2.3.3. Studentul/absolventul verifică, pe cazuri particulare sau prin construirea unor exemple sau contraexemplu, validitatea unor afirmații matematice. Studentul/absolventul transpune o situație practică în limbaj matematic, rezolvă problema obținută și interpretează rezultatele obținute.</p> |
| Competențe transversale | <p><b>CT1. Gândirea analitică, organizarea de informații, obiecte și resurse, interpretarea de informații matematice, soluționarea problemelor</b></p> <p>R.Î.1.1. Absolventul gândește folosind logica și raționamentul pentru a identifica punctele tari și punctele slabe ale soluțiilor alternative, concluziilor sau abordărilor problemelor.</p> <p>R.Î.1.2. Absolventul înțelege sarcinile care îi revin și procesele aferente, organizează informații, obiecte și resurse prin metode sistematice și în conformitate cu anumite standarde și asigură gestionarea sarcinii.</p> <p>R.Î.1.3. Absolventul dovedește înțelegerea termenilor și conceptelor matematice și aplică principii și procese matematice de bază pentru interpretarea datelor și a faptelor.</p> <p>R.Î.1.4. Absolventul găsește soluții la probleme practice, operationale sau conceptuale într-o gamă largă de contexte.</p> <p><b>CT3. Lucrul în echipe, dovada de dorință de învățare, construirea spiritului de echipă</b></p> <p>R.Î.3.1. Absolventul lucrează cu încredere în cadrul unui grup, fiecare făcându-și partea lui în serviciul întregului</p> <p>R.Î. 3.2. Absolventul dovedește o atitudine pozitivă față de cerințe noi și provocatoare care pot fi satisfăcute doar prin învățare pe tot parcursul vieții.</p> <p>R.Î. 3.3. Absolventul construiește o relație de încredere reciprocă, respect și cooperare între membrii aceleiași echipe.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

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

|                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7.1. Obiectivul general al disciplinei | Prezentarea notiunilor si rezultatelor fundamentale ale analizei functionale                                                                                                                                                                                                             |
| 7.2. Obiectivele specifice             | <p>Insusirea notiunilor de spatiu normat, aplicatie liniara si continue, operator compact, spectrul unui operator etc</p> <p>Aplicatii ale analizei functionale in rezolvarea sistemelor liniare de acuatii cu un numar infinit de necunoscute, ecuatiilor diferentiale si integrale</p> |

## 8. Conținuturi

| 8.1. Curs                                                                                                          | Metode de predare                                          | Nr. de ore | Observații |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------|------------|
| Recapitularea notiunilor fundamentale de algebra liniara si de topologie. Motivatia studiului analizei functionale | Expunerea interactiva.<br>Problematizarea.<br>Demonstratia | 2          |            |
| Spatii vectoriale normate                                                                                          | Expunerea interactiva.<br>Problematizarea.<br>Demonstratia | 2          |            |
| Aplicatii liniare continue intre spatii vectoriale normate                                                         | Expunerea interactiva.<br>Problematizarea.<br>Demonstratia | 2          |            |
| Teorema Hahn-Banach                                                                                                | Expunerea interactiva.<br>Problematizarea.<br>Demonstratia | 2          |            |
| Spatii Banach                                                                                                      | Expunerea interactiva.<br>Problematizarea.<br>Demonstratia | 2          |            |
| Principiul marginirii uniforme                                                                                     | Expunerea interactiva.<br>Problematizarea.<br>Demonstratia | 2          |            |
| Teorema graficului inchis                                                                                          | Expunerea interactiva.<br>Problematizarea.<br>Demonstratia | 2          |            |
| Teorema aplicatiei deschise                                                                                        | Expunerea interactiva.<br>Problematizarea.<br>Demonstratia | 2          |            |
| Spectru unui operator liniar si continuu                                                                           | Expunerea interactiva.<br>Problematizarea.<br>Demonstratia | 2          |            |
| Operatori compacti                                                                                                 | Expunerea interactiva.<br>Problematizarea.<br>Demonstratia | 2          |            |
| Spectrul unui operator compact                                                                                     | Expunerea interactiva.<br>Problematizarea.<br>Demonstratia | 2          |            |
| Alternativa Fredholm                                                                                               | Expunerea interactiva.<br>Problematizarea.<br>Demonstratia | 2          |            |
| Ecuatii integrale                                                                                                  | Expunerea interactiva.<br>Problematizarea.                 | 2          |            |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                            |               |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------|------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Demonstratia                                               |               |            |
| Dualitate                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Expunerea interactiva.<br>Problematizarea.<br>Demonstratia | 2             |            |
| Bibliografie<br>I. C. Costara, D. Popa, Exercises in functional analysis, Kluwer Academic Publishers, 2003.<br>II. R. Cristescu, Analiza Functionala, Editura Didactica si Pedagogica, Bucuresti, 1983<br>III. Gh. Grigore, D. Draghia, Analiza Functionala, Editura Fundatiei Romania de Măine, 2008<br>IV. B.V. Limaye, Functional Analysis, John Wiley & Sons, 1981.<br>V. E. Popa, Culegere de probleme de analiza functionala, Editura Didactica si Pedagogica, Bucuresti 1981<br>VI. L. Pavel, W. Farkas, Analiza functionala. Exercitii si probleme, Editura Universitatii Bucuresti, 1994<br>VII. Geraldo Botelho, Daniel Pellegrino, Eduardo Teixeira, Introduction to Functional Analysis, Springer Cham, 2025.  |                                                            |               |            |
| 8.2. Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Metode de predare-<br>învățare                             | Nr. de<br>ore | Observații |
| Recapitularea notiunilor fundamentale de algebra liniara si de topologie. Motivatia studiului analizei functionale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Rezolvarea de probleme                                     | 2             |            |
| Spatii vectoriale normate                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Rezolvarea de probleme                                     | 2             |            |
| Aplicatii liniare continue intre spatii vectoriale normate                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Rezolvarea de probleme                                     | 2             |            |
| Teorema Hahn-Banach                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Rezolvarea de probleme                                     | 2             |            |
| Spatii Banach                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Rezolvarea de probleme                                     | 2             |            |
| Principiul marginirii uniforme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Rezolvarea de probleme                                     | 2             |            |
| Teorema graficului inchis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Rezolvarea de probleme                                     | 2             |            |
| Teorema aplicatiei deschise                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Rezolvarea de probleme                                     | 2             |            |
| Spectrul unui operator liniar si continuu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Rezolvarea de probleme                                     | 2             |            |
| Operatori compacti                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Rezolvarea de probleme                                     | 2             |            |
| Spectrul unui operator compact                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Rezolvarea de probleme                                     | 2             |            |
| Alternativa Fredholm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Rezolvarea de probleme                                     | 2             |            |
| Ecuatii integrale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Rezolvarea de probleme                                     | 2             |            |
| Dualitate                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Rezolvarea de probleme                                     | 2             |            |
| Bibliografie:<br>I. C. Costara, D. Popa, Exercises in functional analysis, Kluwer Academic Publishers, 2003.<br>II. R. Cristescu, Analiza Functionala, Editura Didactica si Pedagogica, Bucuresti, 1983<br>III. Gh. Grigore, D. Draghia, Analiza Functionala, Editura Fundatiei Romania de Măine, 2008<br>IV. B.V. Limaye, Functional Analysis, John Wiley & Sons, 1981.<br>V. E. Popa, Culegere de probleme de analiza functionala, Editura Didactica si Pedagogica, Bucuresti 1981<br>VI. L. Pavel, W. Farkas, Analiza functionala. Exercitii si probleme, Editura Universitatii Bucuresti, 1994<br>VII. Geraldo Botelho, Daniel Pellegrino, Eduardo Teixeira, Introduction to Functional Analysis, Springer Cham, 2025. |                                                            |               |            |

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunităților epistemice, ale asociațiilor profesionale și ale angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului

Studiul analizei functionale este absolut necesar parcurgerii unor capitole de mecanica cuantica si de metode variationale.

Aplicațiile practice conduc in mod natural la utilizarea conceptelor studiate in cadrul analizei functionale.

## 10. Evaluare

| Tip de activitate                                                                                                                                                         | 10.1 Criterii de evaluare                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 10.2 Metode de evaluare                                                                         | 10.3 Pondere din nota finală |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 10.4 Curs                                                                                                                                                                 | Activitate continuă și participare la curs:<br>-Prezență activă și intervenții argumentate<br>-Integrarea cunoștințelor în discuții<br>-Capacitatea de exemplificare                                                                                                                                                             | Evaluare pe parcurs.                                                                            | 10%                          |
| 10.5 Seminar                                                                                                                                                              | Activitate continuă și participare la seminar:<br>-Prezență activă și intervenții argumentate<br>-Utilizarea corectă a termenilor specifici<br>-Capacitatea de exemplificare și de rezolvare a problemelor propuse<br>- Colaborare în echipă la analiza și discutarea soluțiilor, cu argumentarea propriilor metode de rezolvare | Evaluare pe parcurs.                                                                            | 30%                          |
|                                                                                                                                                                           | -Gradul de acoperire a problematicii cerute de subiecte<br>- Utilizarea corectă a termenilor și noțiunilor specifice cursului<br>- Claritatea, coerența și concizia expunerii scrise                                                                                                                                             | Evaluare prin examen scris și oral<br>Evaluare sumativă                                         | 60%                          |
| 10.6 Standard minim de performanță                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                 |                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Cunoasterea notiunilor si rezultatelor fundamentale si capacitatea de a rezolva probleme simple din capitolele studiate</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                 |                              |
| <i>Grilă de evaluare pe niveluri de performanță</i>                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                 |                              |
| <i>Nivel de performanță</i>                                                                                                                                               | <i>Descriere generală</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <i>Caracteristici</i>                                                                           |                              |
| Excelent (9-10)                                                                                                                                                           | Studentul demonstrează stăpânire conceptuală și analitică, aplicând creativ teoria la situații noi sau complexe                                                                                                                                                                                                                  | Terminologie perfectă, demonstrații clare și coerente, autonomie și gândire critică             |                              |
| Foarte bine (8)                                                                                                                                                           | Demostrează înțelegerea solidă și aplicarea corectă a noțiunilor fundamentale                                                                                                                                                                                                                                                    | Pot apărea erori minore de calcul sau omisiuni, dar soluțiile sunt corecte și bine structurate. |                              |

|                  |                                                                                                                               |                                                                                      |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Bine (7)         | Studentul înțelege metodele teoretice și poate să le aplice în rezolvarea unor probleme clasice                               | Definirea noțiunilor este uneori inexactă, erori de calcul în rezolvarea problemelor |
| Suficient(6)     | Studentul stăpânește o parte din cunoștințele de bază și aplică metode elementare în contexte foarte simple                   | Răspunsuri corecte parțial, lacune de logică                                         |
| Insuficient (<5) | Studentul nu înțelege noțiunile fundamentale și nu le poate aplica în rezolvarea unor probleme cu nivel scăzut de dificultate | Confuzie teoretică, aplicații greșite                                                |

Prezenta Fișă de disciplină a fost avizată în ședința de Consiliu de departament din data de 15/09/2025 și aprobată în ședința de Consiliu al facultății din data de 15/09/2025.

Conf. dr. Gabriel STAN,  
Decanul facultății

Conf. dr. Nicusor MINCULETE,  
Directorul de departament

Prof. dr. Radu MICULESCU,  
Titularul de curs

Drd. Bogdan ANGHELINA,  
Titularul de Seminar

Notă:

- <sup>1)</sup> Domeniul de studii – se alege una din variantele: Licență / Masterat (se completează conform cu Nomenclatorul domeniilor și al specializărilor / programelor de studii universitare în vigoare).
- <sup>2)</sup> Ciclul de studii – se alege una din variantele: Licență / Masterat.
- <sup>3)</sup> Regimul disciplinei (conținut); se alege una din variantele: pentru nivelul de licență – DF (disciplină fundamentală) / DD (disciplină din domeniu) / DS (disciplină de specialitate) / DC (disciplină complementară); pentru nivelul de masterat – DAP (disciplină de aprofundare) / DSI (disciplină de sinteză) / DCA (disciplină de cunoaștere avansată).
- <sup>4)</sup> Regimul disciplinei (obligativitate) – se alege una din variantele: DI (disciplină impusă) / DO (disciplină opțională) / DFC (disciplină facultativă).
- <sup>5)</sup> AI – activități de autoinstruire; AT – activități tutoriale; TC – teme de control; AA – activități asistate; SF – seminar față în față; ST – seminar în sistem tutorial; L – activități de laborator; P – proiect, lucrări practice.
- <sup>6)</sup> Un credit este echivalent cu 30 de ore de studiu (activități didactice și studiu individual).