

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 1.1 Instituția de învățământ superior | Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca  |
| 1.2 Facultatea                        | Facultatea de Matematică și Informatică |
| 1.3 Departamentul                     | Departamentul de Matematică             |
| 1.4 Domeniul de studii                | Matematică                              |
| 1.5 Ciclul de studii                  | Licență                                 |
| 1.6 Programul de studiu / Calificarea | Matematică - linia de studiu română     |

### 2. Date despre disciplină

|  |  |               |   |                        |   |                         |              |
|--|--|---------------|---|------------------------|---|-------------------------|--------------|
| 2.1 Denumirea disciplinei (ro)<br>(en) | <b>Complemente de analiză complexă</b><br><b>Complements of Complex Analysis</b> |               |   |                        |   |                         |              |
| 2.2 Titularul activităților de curs    | Prof. Dr. Mirela KOHR  |               |   |                        |   |                         |              |
| 2.3 Titularul activităților de seminar | Prof. Dr. Mirela KOHR  |               |   |                        |   |                         |              |
| 2.4 Anul de studii                     | 3  | 2.5 Semestrul | 6 | 2.6. Tipul de evaluare | E | 2.7 Regimul disciplinei | Opțională/DS |
| 2.8 Codul disciplinei                  | MLR0036  |               |   |                        |   |                         |              |

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

|  |     |                    |    |                       |       |
|--|-----|--------------------|----|-----------------------|-------|
| 3.1 Număr de ore pe săptămână  | 4   | Din care: 3.2 curs | 2  | 3.3 seminar/laborator | 2 sem |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ   | 48  | Din care: 3.5 curs | 24 | 3.6 seminar/laborator | 24    |
| Distribuția fondului de timp:  |     |                    |    |                       | ore   |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe                                    |     |                    |    |                       | 36    |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren |     |                    |    |                       | 14    |
| Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri                          |     |                    |    |                       | 20    |
| Tutoriat   |     |                    |    |                       | 12    |
| Examinări  |     |                    |    |                       | 20    |
| Alte activități: .....   |     |                    |    |                       | -     |
| 3.7 Total ore studiu individual  | 102 |                    |    |                       |       |
| 3.8 Total ore pe semestru  | 150 |                    |    |                       |       |
| 3.9 Numărul de credite   | 6   |                    |    |                       |       |

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

|                   |   |
|-------------------|---|
| 4.1 de curriculum | <ul style="list-style-type: none"> <li>Analiză matematică 2 (Calcul diferențial și integral în <math>\mathbf{R}^n</math>); Analiză complexă; Analiză reală; Ecuații diferențiale; Ecuații cu derivate parțiale</li> </ul> |
| 4.2 de competențe | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sunt utile competențe de raționamente logice și de utilizare a cunoștințelor de curriculum precizate mai sus</li> </ul>  |

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

|  |  |
|--|--|
| 5.1 De desfășurare a cursului                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sală de curs dotată cu tablă/videoproiector</li> </ul>    |
| 5.2 De desfășurare a seminarului/laboratorului | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sală de seminar dotată cu tablă/videoproiector</li> </ul> |

## 6. Competențele specifice acumulate

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Competențe profesionale</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• C1.4 Recunoașterea principalelor clase/tipuri de probleme matematice și selectarea metodelor și a tehnicilor adecvate pentru rezolvarea lor.</li> <li>• C5.2 Utilizarea raționamentelor matematice în demonstrarea unor rezultate matematice.</li> <li>• Abilitatea de a formula și comunica oral și în scris idei și concepte din analiza complexă.</li> <li>• Abilitatea de a utiliza diferite metode specifice ale analizei complexe în abordarea unor probleme din alte ramuri ale matematicii, în mecanică și fizică.</li> </ul> |
| <b>Competențe transversale</b> | <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>• Studentul trebuie să aibă capacitatea de a aplica noțiunile studiate și de a modela matematic probleme concrete ce intervin în diverse domenii ale matematicii și în practică.</li> </ul>                                |

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

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 7.1 Obiectivul general al disciplinei | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cunoașterea, însușirea și aprofundarea unor noțiuni și rezultate fundamentale din teoria funcțiilor de o variabilă complexă.</li> </ul>  |
| 7.2 Obiectivele specifice             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Însușirea unor cunoștințe de bază și avansate din teoria funcțiilor de o variabilă complexă.</li> <li>• Înțelegerea teoriei indexului și a teoriei ramurilor uniforme.</li> <li>• Aprofundarea unor rezultate fundamentale din teoria funcțiilor olomorfe și meromorfe de o variabilă complexă.</li> <li>• Înțelegerea și aprofundarea teoriei reprezentărilor conforme în planul complex.</li> <li>• Posibilitatea de a identifica reprezentările conforme dintre diverse domenii simplu conexe în planul complex.</li> <li>• Abilitatea de a calcula diverse tipuri de integrale reale folosind metode ale analizei complexe.</li> <li>• Abilitatea de a utiliza diverse metode specifice ale analizei complexe în abordarea unor probleme din alte ramuri ale matematicii.</li> </ul> |

## 8. Conținuturi

| 8.1 Curs   | Metode de predare  | Observații |
|--|--|------------|
| 1. Funcții omografice. Proprietăți generale. Subgrupuri speciale de transformări omografice. | Prelegere, modelarea, demonstrația, conversația.<br>Prezentarea de explicații alternative. |            |
| 2. Lema Schwarz-Pick. Metrica hiperbolică pe discul  | Prelegere, modelarea, demonstrația,  |            |

|   |  |  |
|---|--|--|
| unitate. Aplicații.   | conversația.<br>Prezentarea de explicații alternative.                                     |  |
| 3. Ramuri uniforme. Teoremele ramurilor uniforme pentru aplicațiile multivoce logaritm și putere. Exemple și aplicații.   | Prelegere, modelarea, demonstrația, conversația.<br>Prezentarea de explicații alternative. |  |
| 4. Index. Proprietăți generale. Teorema indexului. Formulele lui Cauchy pentru contururi.   | Prelegere, modelarea, demonstrația, conversația.<br>Prezentarea de explicații alternative. |  |
| 5. Funcții meromorfe. Proprietăți. Calculul numărului zerourilor și polilor funcțiilor meromorfe. Principiul variației argumentului. Teorema lui Rouché. Teorema de invarianță a domeniului. Aplicații. | Prelegere, modelarea, demonstrația, conversația.<br>Prezentarea de explicații alternative. |  |
| 6. Descompunerea funcțiilor meromorfe în serii Mittag-Leffler. Funcții întregi și produse de factori canonici. Exemple.   | Prelegere, modelarea, demonstrația, conversația.<br>Prezentarea de explicații alternative. |  |
| 7. Mulțimi de funcții olomorfe. Teorema lui Montel. Caracterizarea mulțimilor compacte de funcții olomorfe. Exemple și aplicații.   | Prelegere, modelarea, demonstrația, conversația.<br>Prezentarea de explicații alternative. |  |
| 8. Proprietăți generale ale funcțiilor univalente. Teoremele lui Alexander, Kaplan și Hurwitz. Familii speciale de funcții univalente pe discul unitate.  | Prelegere, modelarea, demonstrația, conversația.<br>Prezentarea de explicații alternative. |  |
| 9. Lanțuri Loewner, câmpuri vectoriale Herglotz și ecuația diferențială Loewner. Aplicații în teoria funcțiilor univalente (I).   | Prelegere, modelarea, demonstrația, conversația.<br>Prezentarea de explicații alternative. |  |
| 10. Lanțuri Loewner, câmpuri vectoriale Herglotz și ecuația diferențială Loewner. Aplicații în teoria funcțiilor univalente (II).   | Prelegere, modelarea, demonstrația, conversația.<br>Prezentarea de explicații alternative. |  |
| 11. Reprezentarea conformă. Noțiuni și rezultate fundamentale. Teorema lui Riemann. Aplicații.  | Prelegere, modelarea, demonstrația, conversația.<br>Prezentarea de explicații alternative. |  |
| 12. Reprezentări conforme remarcabile ale unor  | Prelegere, modelarea,  |  |

|  |   |   |
|--|---|---|
| domenii simplu conexe în $\mathbb{C}$ .  | demonstrația,<br>conversația.<br>Prezentarea de<br>explicații alternative.  |   |
| <b>Bibliografie</b>  |   |   |
| 1. Kohr, G., Mocanu, P.T., <i>Capitole Speciale de Analiză Complexă</i> , Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 2005.                    |   |   |
| 2. Kohr, G., <i>Analiză Complexă</i> , Notițe de curs, 2020.   |   |   |
| 3. Hamburg, P., Mocanu, P.T., Negoescu, N., <i>Analiză Matematică (Funcții Complexe)</i> , Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982. |   |   |
| 4. Graham, I., Kohr, G., <i>Geometric Function Theory in One and Higher Dimensions</i> , Marcel Dekker Inc. New York, 2003.                  |   |   |
| 5. Sălăgean, G.S., <i>Geometria Planului Complex</i> , Promedia-Plus, Cluj-Napoca, 1997.   |   |   |
| 6. Gașpar, D., Suci, N., <i>Analiză Complexă</i> , Editura Academiei Române, București, 1999.  |   |   |
| 7. Krantz, S., <i>Handbook of Complex Variables</i> , Birkhäuser Verlag, Boston, Basel, Berlin, 1999.  |   |   |
| 8. Conway, J.B., <i>Functions of One Complex Variable</i> , vol. I, Graduate Texts in Mathematics, 159, Springer Verlag, New York, 1996.     |   |   |
| 9. Stein, E.M., Shakarchi, R., <i>Complex Analysis</i> , Princeton University Press, 2003.   |   |   |
| 10. Narasimhan, R., Nievergelt, Y., <i>Complex Analysis in One Variable</i> , Second Edition, Birkhäuser, 1985.                              |   |   |
| 11. Popa, E., <i>Introducere în Teoria Funcțiilor de o Variabilă Complexă</i> , Editura Univ. A.I. Cuza, Iași, 2001.                         |   |   |
| 12. Berenstein, C.A., Gay, R., <i>Complex Variables: An Introduction</i> , Springer-Verlag New York Inc., 1991.                              |   |   |
| 8.2 Seminar / laborator  | Metode de predare   | Observații  |
| 1. Transformări omografice. Exemple și aplicații.  | Rezolvare de probleme și dezbaterile soluțiilor.<br>Răspunsuri directe la întrebările studenților.<br>Lansarea unor teme de studiu. | Seminarul este structurat pe 2 ore în fiecare săptămână |
| 2. Aplicații ale teoremei reziduurilor. Calculul unor integrale reale definite cu ajutorul reziduurilor (I).                                 | Rezolvare de probleme și dezbaterile soluțiilor.<br>Răspunsuri directe la întrebările studenților.<br>Lansarea unor teme de studiu. |   |
| 3. Aplicații ale teoremei reziduurilor. Calculul unor integrale reale definite cu ajutorul reziduurilor (II).                                | Rezolvare de probleme și dezbaterile soluțiilor.<br>Răspunsuri directe la întrebările studenților.<br>Lansarea unor teme de studiu. |   |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p>4. Funcții armonice. Proprietăți fundamentale. Exemple. Construcția conjugatelor armonice pe domenii simplu conexe în <math>\mathbb{C}</math>.</p> | <p>Rezolvare de probleme și dezbateri soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu.</p> |  |
| <p>5. Funcții subarmonice. Exemple.</p>   | <p>Rezolvare de probleme și dezbateri soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu.</p> |  |
| <p>6. Aplicații ale principiului variației argumentului și ale Teoremei lui Rouché.</p>   | <p>Rezolvare de probleme și dezbateri soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu.</p> |  |
| <p>7. Aplicații ale Teoremei lui Mittag-Leffler.</p>  | <p>Rezolvare de probleme și dezbateri soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu.</p> |  |
| <p>8. Exemple de funcții univalente. Condiții suficiente de univalență. Condiții necesare și suficiente de univalență pe discul unitate.</p>          | <p>Rezolvare de probleme și dezbateri soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu.</p> |  |
| <p>9. Lanțuri Loewner. Ecuația diferențială Loewner. Aplicații.</p>   | <p>Rezolvare de probleme și dezbateri soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu.</p> |  |
| <p>10. Exemple de reprezentări conforme clasice (I).</p>  | <p>Rezolvare de probleme și dezbateri soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme</p>            |  |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | de studiu.  |  |
| 11. Exemple de reprezentări conforme clasice (II).                     | Rezolvare de probleme și dezbateri soluțiilor.<br>Răspunsuri directe la întrebările studenților.<br>Lansarea unor teme de studiu. |  |
| 12. Automorfisme conforme ale unor domenii mărginite în $\mathbb{C}$ . | Rezolvare de probleme și dezbateri soluțiilor.<br>Răspunsuri directe la întrebările studenților.<br>Lansarea unor teme de studiu. |  |

### Bibliografie

1. Kohr, G., Mocanu, P.T., *Capitole Speciale de Analiză Complexă*, Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 2005.
2. Kohr, G., *Analiză Complexă*, Notițe de seminar, 2020.
3. Hamburg, P., Mocanu, P.T., Negoescu, N., *Analiză Matematică (Funcții Complexe)*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982.
4. Gașpar, D., Suci, N., *Analiză Complexă*, Editura Academiei Române, București, 1999.
5. Conway, J.B., *Functions of One Complex Variable*, vol. I, Graduate Texts in Mathematics, 159, Springer Verlag, New York, 1996.
6. Ahlfors, L.V., *Complex Analysis*, 3rd ed., McGraw-Hill Book Co., New York, 1979.
7. Rudin, W., *Real and Complex Analysis*, 3rd ed., Mc. Graw-Hill, 1987.
8. Popa, E., *Introducere în Teoria Funcțiilor de o Variabilă Complexă*, Editura Univ. A.I. Cuza, Iași, 2001.
9. Berenstein, C.A., Gay, R., *Complex Variables: An Introduction*, Springer-Verlag New York Inc., 1991.

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

- Tematica acestui curs este în concordanță cu ceea ce este prevăzut în programul de studii al celor mai importante universități din țară și străinătate. Această disciplină este esențială în pregătirea viitorilor profesori și cercetători în matematică, precum și a celor care utilizează diverse metode și tehnici matematice în alte domenii.

### 10. Evaluare

| Tip activitate         | 10.1 Criterii de evaluare   | 10.2 metode de evaluare  | 10.3 Pondere din nota finală |
|------------------------|---|--------------------------|------------------------------|
| 10.4 Curs              | Cunoașterea noțiunilor și a rezultatelor de bază.                     | Examen scris.            | 60%                          |
|                        | Posibilitatea de a justifica prin demonstrație rezultatele teoretice. |                          |                              |
| 10.5 Seminar/laborator | Capacitatea de a aplica   | Evaluarea activității la | 10%                          |

|   |  |   |     |
|---|--|---|-----|
|   | rezultatele dobândite la curs la rezolvarea unor probleme.   | seminar: evaluarea activității studenților din timpul semestrului și participarea activă la seminar.<br><br>O lucrare de control (la mijlocul semestrului). | 30% |
|   | Prezența la ore: conform cerințelor generale ale facultății. |   |     |
| 10.6 Standard minim de performanță  |  |   |     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Obținerea notei 5 (într-o scară de la 1 la 10) în urma lucrării scrise la examen precum și a activității la seminarii din timpul semestrului.</li> </ul> |  |   |     |

Data completării

11.04.2024

Semnătura titularului de curs

Prof. Dr. Mirela KOHR

Semnătura titularului de seminar

Prof. Dr. Mirela KOHR

Data avizării în departament

.....

Semnătura directorului de departament

Prof. Dr. Andrei MĂRCUȘ