

## 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 informatică - linia de studiu română

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	<b>Analiză complexă</b> <b>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 studiu	2	2.5 Semestrul	3	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Obligatorie/ Fundamentală
2.8 Codul disciplinei	MLR0008						

### 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	56	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					22
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					12
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					20
Tutoriat					7
Examinări					8
Alte activități: .....					-
3.7 Total ore studiu individual		69			
3.8 Total ore pe semestru		125			
3.9 Numărul de credite		5			

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

4.1 de curriculum	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiză matematică 1 (Analiză pe <math>\mathbf{R}</math>); Analiză matematică 2 (Calcul diferențial și integral în <math>\mathbf{R}^n</math>); Geometrie 1 (Geometrie analitică)</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

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C1.1 Identificarea noțiunilor, descrierea teoriilor și utilizarea limbajului specific.</li> <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.</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>• Studentul trebuie să aibă capacitatea de a aplica noțiunile studiate și de a modela matematic probleme concrete ce intervin în diverse domenii ale matematicii.</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 din teoria funcțiilor de o variabilă complexă.</li> <li>• Cunoașterea noțiunilor topologice fundamentale din planul complex.</li> <li>• Înțelegerea și aprofundarea rezultatelor fundamentale din teoria funcțiilor olomorfe de o variabilă complexă.</li> <li>• Aprofundarea cunoștințelor referitoare la diverse funcții elementare din planul complex.</li> <li>• Înțelegerea și aprofundarea rezultatelor fundamentale privind integrala complexă.</li> <li>• Posibilitatea de a calcula integrale complexe.</li> <li>• Cunoștințe avansate privind dezvoltările în serii Taylor și Laurent.</li> <li>• Abilitatea de a calcula diverse tipuri de integrale reale folosind metode ale analizei complexe.</li> <li>• Abilitatea de a utiliza unele metode specifice ale analizei complexe în abordarea unor probleme din alte ramuri ale matematicii și fizicii.</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
1. Numere complexe. Planul complex. Proiecția stereografică. Planul complex extins.	Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative.	
2. Derivata funcțiilor complexe de o variabilă complexă. Drumuri în $\mathbb{C}$ . Noțiuni și rezultate fundamentale.	Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative.	
3. Teorema lui Cauchy-Riemann. Funcții olomorfe. Proprietăți generale. Aplicații.	Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative.	
4. Funcții elementare. Funcții armonice. Exemple. Funcții omografice. Proprietăți generale. Aplicații.	Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative.	
5. Integrarea funcțiilor complexe. Proprietăți generale ale integralei complexe.	Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative.	
6. Primitive ale funcțiilor complexe de o variabilă complexă. Rezultate fundamentale.	Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative.	
7. Teorema lui Cauchy. Aplicații.	Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative.	
8. Formulele lui Cauchy. Inegalitățile lui Cauchy. Teoremele lui Morera și Liouville. Aplicații.	Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative.	
9. Șiruri de funcții olomorfe. Teorema lui Weierstrass. Serii de funcții olomorfe. Rezultate fundamentale.	Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative.	
10. Serii de puteri. Teorema lui Cauchy-Hadamard. Echivalența dintre analicitate și olomorfie.	Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative.	
11. Zerourile funcțiilor olomorfe. Teorema identității funcțiilor olomorfe. Teorema maximului modulului. Lema lui Schwarz.	Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative.	
12. Serii Laurent. Puncte singulare. Clasificarea punctelor singulare izolate. Funcții meromorfe.	Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative.	
13. Teorema reziduurilor. Aplicații la calculul unor integrale complexe.	Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative.	

14. Aplicații ale Teoremei reziduurilor la calculul unor integrale reale.	Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative.	
---	--	--

### Bibliografie

- Hamburg, P., Mocanu, P.T., Negoescu, N., *Analiză Matematică (Funcții Complexe)*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982.
- Kohr, G., *Analiză Complexă*, Notițe de curs, 2020.
- Kohr, G., Mocanu, P.T., *Capitole Speciale de Analiză Complexă*, Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 2005.
- Ahlfors, L.V., *Complex Analysis*, 3rd ed., McGraw-Hill Book Co., New York, 1979.
- Bulboacă, T., Joshi, S.B., Goswami, P., *Complex Analysis. Theory and Applications*, de Gruyter, Berlin, Boston, 2019.
- Conway, J.B., *Functions of One Complex Variable*, vol. I, Graduate Texts in Mathematics, Springer Verlag, New York, 1978 (Second Edition).
- Gașpar, D., Suciu, N., *Analiză Complexă*, Editura Academiei Române, București, 1999.
- Krantz, S., *Handbook of Complex Variables*, Birkhäuser Verlag, Boston, Basel, Berlin, 1999.
- Narasimhan, R., Nievergelt, Y., *Complex Analysis in One Variable*, Second Edition, Birkhäuser, 1985.
- Popa, E., *Introducere în Teoria Funcțiilor de o Variabilă Complexă*, Editura Univ. A.I. Cuza, Iași, 2001.
- Rudin, W., *Real and Complex Analysis*, 3rd ed., Mc. Graw-Hill, 1987.
- Stein, E.M., Shakarchi, R., *Complex Analysis*, Princeton University Press, 2003.

8.2 Seminar	Metode de predare	Observații
1. Proprietăți ale numerelor complexe. Aplicații.	Rezolvare de probleme și dezbaterile soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu.	
2. Proiecția stereografică. Planul complex extins. Șiruri de numere complexe.	Rezolvare de probleme și dezbaterile soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu.	
3. Funcții complexe de o variabilă complexă. Exemple și aplicații.	Rezolvare de probleme și dezbaterile soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu.	
4. Derivata funcțiilor de o variabilă complexă. Aplicații ale Teoremei lui Cauchy-Riemann. Interpretarea geometrică a derivatei complexe.	Rezolvare de probleme și dezbaterile soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu.	
5. Funcții omografice. Aplicații (I).	Rezolvare de probleme și dezbaterile soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților.	

	Lansarea unor teme de studiu.	
6. Funcții omografice. Aplicații (II).	Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu.	
7. Funcții întregi. Funcții armonice. Exemple și aplicații.	Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu.	
8. Integrala complexă. Calculul unor integrale complexe elementare. Aplicații ale Teoremei lui Cauchy.	Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu.	
9. Formulele lui Cauchy. Aplicații.	Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu.	
10. Dezvoltări în serie Taylor.	Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu.	
11. Aplicații ale Teoremelor lui Liouville și maximului modulului pentru funcții olomorfe.	Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu.	
12. Dezvoltări în serie Laurent. Puncte singulare izolate. Exemple și aplicații.	Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu.	
13. Aplicații ale Teoremei reziduurilor la calculul unor integrale complexe.	Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu.	
14. Aplicații ale Teoremei reziduurilor la calculul unor integrale reale.	Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu.	
<b>Bibliografie</b>		
1. Hamburg, P., Mocanu, P.T., Negoescu, N., <i>Analiză Matematică (Funcții Complexe)</i> , Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982.		
2. Kohr, G., <i>Analiză Complexă</i> , Notițe de seminar, 2020.		
3. Kohr, G., Mocanu, P.T., <i>Capitole Speciale de Analiză Complexă</i> , Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 2005.		

4. Berenstein, C.A., Gay, R., *Complex Variables: An Introduction*, Springer-Verlag New York Inc., 1991.
5. Bulboacă, T., Joshi, S.B., Goswami, P., *Complex Analysis. Theory and Applications*, de Gruyter, Berlin, Boston, 2019.
6. Conway, J.B., *Functions of One Complex Variable*, vol. I, Graduate Texts in Mathematics, Springer Verlag, New York, 1978 (Second Edition).
7. Popa, E., *Introducere în Teoria Funcțiilor de o Variabilă Complexă*, Editura Univ. A.I. Cuza, Iași, 2001.
8. Volkovskiy, L., Lunts, G., Aramanovich, I., *Problems in the Theory of Functions of a Complex variable*, Moscow: MIR Publishers, 1972.
9. Evgrafov, M., Bejanov, K., Sidorov, Y., Fedoruk, M., Chabounine, M., *Recueil de Problèmes sur la Théorie des Fonctions Analytiques*, Moscou: Editions Mir, 1974.
10. Mocanu, G., Stoian, G., Vișinescu, E., *Teoria Funcțiilor de o Variabilă Complexă (Culegere de Probleme)*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1970.
11. Sălăgean, G.S., *Geometria Planului Complex*, Promedia-Plus, Cluj-Napoca, 1997.

**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 (fizică, chimie, inginerie).

**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 rezultate teoretice.		
10.5 Seminar/laborator	Capacitatea de a aplica rezultatele dobândite la curs la rezolvarea unor probleme concrete din analiza complexă.	Evaluarea activității la seminar: evaluarea activității studenților din timpul semestrului și participarea activă la seminar.  O lucrare de control (la mijlocul semestrului).	10%  30%
	Prezența la ore: conform cerințelor generale ale facultății.		
10.6 Standard minim de performanță			
Nota finală minim 5 (într-o scară de la 1 la 10) ca urmare a evaluării lucrării scrise la examen, a lucrării de control și a activității la seminar din timpul semestrului, cu ponderile indicate.			

Data completării

Semnătura titularului de curs

Semnătura titularului de seminar

23.04.2022

Prof. Dr. Mirela KOHR

Prof. Dr. Mirela KOHR

Data avizării în departament

Semnătura directorului de departament

.....

Prof. Dr. Octavian AGRATINI