

## FIȘA DISCIPLINEI

### Analiză complexă

Anul universitar 2026-2027

#### 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                  | Licență 3 ani                        |
| 1.6. Programul de studii / Calificarea | Matematică / Licențiat în Matematică |
| 1.7. Forma de învățământ               | Cu frecvență                         |

#### 2. Date despre disciplină

|   |                                   |                        |                              |                        |        |
|---|-----------------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------|--------|
| 2.1. Denumirea disciplinei              | Analiză complexă                  | Codul disciplinei      | MLR0008                      |                        |        |
| 2.2. Titularul activităților de curs    | Prof. dr. Grigore-Ștefan SĂLĂGEAN |                        |                              |                        |        |
| 2.3. Titularul activităților de seminar | Prof. dr. Grigore-Ștefan SĂLĂGEAN |                        |                              |                        |        |
| 2.4. Anul de studiu                     | 2                                 | 2.5. Semestrul         | 3                            | 2.6. Tipul de evaluare | Examen |
| 2.7. Regimul disciplinei                | Obligativu                        | 2.8. Tipul disciplinei | Disciplină fundamentală (DF) |                        |        |

#### 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/ proiect | 2          |
| 3.4. Total ore din planul de învățământ  | 56 | din care: 3.5. curs | 28 | 3.6 seminar/laborator            | 28         |
| <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)                                       |    |                     |    |                                  | 22         |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren         |    |                     |    |                                  | 12         |
| Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri                        |    |                     |    |                                  | 21         |
| Tutoriat (consiliere profesională)   |    |                     |    |                                  | 4          |
| Examinări  |    |                     |    |                                  | 4          |
| Alte activități: consultații   |    |                     |    |                                  | 6          |
| <b>3.7. Total ore studiu individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)</b>                       |    |                     |    | <b>69</b>                        |            |
| <b>3.8. Total ore pe semestru</b>  |    |                     |    | <b>125</b>                       |            |
| <b>3.9. Numărul de credite</b>   |    |                     |    | <b>5</b>                         |            |

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

|                    |  |
|--------------------|--|
| 4.1. de curriculum | Analiză matematică 1 (Analiză pe $\mathbf{R}$ ); Analiză matematică 2 (Calcul diferențial și integral în $\mathbf{R}^n$ ); Geometrie 1 (Geometrie analitică) |
| 4.2. de competențe | Sunt utile competențe de raționamente logice și de utilizare a cunoștințelor de curriculum precizate mai sus   |

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

|  |   |
|--|---|
| 5.1. de desfășurare a cursului                   | Sală de curs dotată cu tablă /videoproiector    |
| 5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului | Sală de seminar dotată cu tablă /videoproiector |

#### 6.1. Competențele dobândite în urma absolvirii programului de studii (se preiau din planul de învățământ)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Se vor prelua din Planul de învățământ al programului de studii acele competențe profesionale și/sau transversale la dezvoltarea cărora contribuie disciplina pentru care se elaborează fișa disciplinei. Pentru fiecare

| <b>Competențe profesionale</b> |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Codul competenței</b>       | <b>Competență</b>                               |
| <b>CP1</b>                     | dezvoltă strategii de soluționare a problemelor |
| <b>CP2</b>                     | execută calcule matematice analitice            |
| <b>CP6</b>                     | gândește în mod abstract                        |
| <b>Competențe transversale</b> |   |
| <b>Codul competenței</b>       | <b>Competență</b>                               |
| <b>CT4</b>                     | Soluționează probleme                           |
| <b>CT5</b>                     | Gândește analitic                               |

## 6.2. Rezultatele învățării specifice programului de studii (se preiau din planul de învățământ)<sup>2</sup>

| <b>Rezultatele învățării vizate prin disciplină</b> |   |   |
|---|---|---|
| <b>Codul competenței</b>                            | <b>Cunoștințe și înțelegere (Knowledge and understanding)</b>   | <b>Abilități academice specifice (Specific academic skills)</b>   |
| <b>CP1</b>  | 1. 2. Studentul/absolventul compară și distinge noțiunile înrudite și proprietățile acestora din disciplinele de bază ale matematicii.                                      | 1. 2. Studentul/absolventul recunoaște și analizează condițiile necesare și/sau suficiente din enunțul aserțiunilor matematice și specifică rolul acestora în demonstrație.   |
| <b>CP2</b>  | 2. 7. Studentul/absolventul alege, explică și specifică fundamentele matematice aplicate în informatică, inclusiv logica formală, algebra, probabilitățile și statisticele. | 2. 7. Studentul/absolventul aplică, evaluează, propune metodele matematice pentru modelarea, simularea și rezolvarea problemelor informatice.   |
| <b>CP6</b>  | 3. 1. Studentul/absolventul definește conceptele fundamentale din disciplinele de bază ale matematicii.   | 3. 1. Studentul/absolventul oferă exemple de utilizare a conceptelor și rezultatelor teoretice de bază la rezolvarea exercițiilor și problemelor formulate în legătură cu tematica parcursă la disciplinele din curriculum. |
| <b>CT4, CT5</b>                                     | 2. Studentul/absolventul compară și distinge noțiunile înrudite și proprietățile acestora din disciplinele de bază ale matematicii.   | 2. Studentul/absolventul recunoaște și analizează condițiile necesare și/sau suficiente din enunțul aserțiunilor matematice și specifică rolul acestora în demonstrație.  |

## 7. Rezultatele învățării specifice disciplinei

| <b>Cunoștințe și înțelegere (Knowledge and understanding)</b>   |
|---|
| 1. Studentul cunoaște: principalele noțiuni și rezultate din domeniul Analizei complexe și conexiuni cu alte domenii                                    |
| 2. Studentul este capabil să stabilească unele conexiuni cu alte domenii  |
| 3. Studentul dispune de unele metode de rezolvare a problemelor specifice disciplinei studiate  |
| 4. Studentul are abilitatea de a formula și comunica oral și în scris idei, concepte și rezultate din analiza complexă                                  |
| <b>Abilități academice specifice (Specific academic skills)</b>   |
| 1. Studentul este capabil să construiască argumente matematice clare și bine susținute pentru a explica în scris probleme, subiecte și idei matematice. |

competență se va prelua întregul enunț, inclusiv codul competenței, cu formularea care apare în planul de învățământ, fără modificări. Dacă nu se preia nici o competență din oricare din cele două categorii, se șterge linia din tabel aferentă acelei categorii.

<sup>2</sup> Se menționează rezultatele învățării specifice programului de studiu la dezvoltarea cărora contribuie disciplina pentru care se elaborează fișa. Enunțurile, preluate fără modificări din Planul de învățământ în funcție de tipul disciplinei (DF/DS/DC) se trec în dreptul competenței asociate.

|  |
|--|
| 2. Studentul este capabil să demonstreze teoreme utilizând limbajul matematic în cadrul cursurilor teoretice și va putea prezenta aceste rezultate atât oral, cât și în scris.   |
| 3. Studentul este capabil să gândească logic, să expună și să demonstreze principalele rezultate, să folosească în diverse situații ce a învățat (să rezolve probleme, să explice altora), să facă unele conexiuni, să fie creativ, să aibă curaj în abordarea unor probleme noi, să poată să studieze singur sau să știe unde poate găsi sprijin dacă simte că are nevoie |

## 8. Conținuturi

| 8.1 Curs   | Metode de predare - învățare   | Observații <sup>3</sup> |
|--|--|-------------------------|
| 1. Numere complexe. Planul complex. Proiecția stereografică. Planul complex extins.  | Prelegerea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații și exemple.               |                         |
| 2. Derivata funcțiilor complexe de o variabilă complexă. Drumuri în $\mathbb{C}$ . Noțiuni și rezultate fundamentale.                        | Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de exemple.                  |                         |
| 3. Teorema lui Cauchy-Riemann. Funcții olomorfe. Proprietăți generale. Aplicații.  | Prelegerea, 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 unor exemple.                |                         |
| 7. Teorema lui Cauchy. Aplicații.  | Prelegerea, 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, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative.              |                         |
| 10. Serii de puteri. Teorema lui Cauchy-Hadamard. Echivalența dintre analiticitate și olomorfe.  | Prelegerea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative.              |                         |
| 11. Zerourile funcțiilor olomorfe. Teorema identității funcțiilor olomorfe. Teorema maximului modulului. Lema lui Schwarz.                   | Prelegerea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative.              |                         |
| 12. Serii Laurent. Puncte singulare. Clasificarea punctelor singulare izolate. Funcții meromorfe.  | Prelegerea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative și exemple.   |                         |
| 13. Teorema reziduurilor. Aplicații la calculul unor integrale complexe.   | Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de exemple.                  |                         |
| 14. Aplicații ale Teoremei reziduurilor la calculul unor integrale reale.  | Prelegerea, demonstrația, conversația. Prezentarea de metode de rezolvare a unor probleme. |                         |
| Bibliografie   |  |                         |
| 1. Hamburg, P., Mocanu, P.T., Negoescu, N., <i>Analiză Matematică (Funcții Complexe)</i> , Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982. |  |                         |

<sup>3</sup> De exemplu aspecte organizatorice, recomandări pentru studenți, aspecte specifice legate de curs/seminar cum ar fi invitarea unor practicieni în domeniu etc.

2. Kohr, G., *Analiză Complexă*, Notițe de curs, 2020.
3. Salagean, G. S., *Analiză Complexă*, Notițe de curs, Teams.
4. Kohr, G., Mocanu, P.T., *Capitole Speciale de Analiză Complexă*, Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 2005.
5. Ahlfors, L.V., *Complex Analysis*, 3rd ed., McGraw-Hill Book Co., New York, 1979.
6. Bulboacă, T., Joshi, S.B., Goswami, P., *Complex Analysis. Theory and Applications*, de Gruyter, Berlin, Boston, 2019.
7. Conway, J.B., *Functions of One Complex Variable*, vol. I, Graduate Texts in Mathematics, Springer Verlag, New York, 1978 (Second Edition).
8. Gașpar, D., Suciu, N., *Analiză Complexă*, Editura Academiei Române, București, 1999.
9. Krantz, S., *Handbook of Complex Variables*, Birkhäuser Verlag, Boston, Basel, Berlin, 1999.
10. Mocanu, P.T., Bulboacă, T., Sălăgean, G.S., *Teoria geomerică a funcțiilor univalente*, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 1999 (ediția I), 2006 (ediția a II-a).
11. Narasimhan, R., Nievergelt, Y., *Complex Analysis in One Variable*, Second Edition, Birkhäuser, 1985.
12. Popa, E., *Introducere în Teoria Funcțiilor de o Variabilă Complexă*, Editura Univ. A.I. Cuza, Iași, 2001.
13. Rudin, W., *Real and Complex Analysis*, 3rd ed., Mc. Graw-Hill, 1987.
14. Stein, E.M., Shakarchi, R., *Complex Analysis*, Princeton University Press, 2003.

| <b>8.2 Seminar / laborator</b>  | <b>Metode de predare - învățare</b>  | <b>Observații</b> |
|---|--|-------------------|
| 1. Proprietăți ale numerelor complexe. Aplicații.   | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților.<br>Lansarea unor teme de studiu. |                   |
| 2. Proiecția stereografică. Planul complex extins. Șiruri de numere complexe.   | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților.                                  |                   |
| 3. Funcții complexe de o variabilă complexă. Exemple și aplicații.  | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri la întrebările studenților.  |                   |
| 4. Derivata funcțiilor de o variabilă complexă. Aplicații ale Teoremei lui Cauchy-Riemann. Interpretarea geometrică a derivatei complexe. | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri la întrebările studenților.<br>Lansarea unor teme de studiu.         |                   |
| 5. Funcții omografice. Aplicații (I).   | Evidețierea unor proprietăți. Prelegere, conversație. Rezolvare de probleme.   |                   |
| 6. Funcții omografice. Aplicații (II).  | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților.<br>Lansarea unor teme de studiu. |                   |
| 7. Funcții întregi. Funcții armonice. Exemple și aplicații.   | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri la întrebările studenților.  |                   |
| 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 la întrebările studenților.<br>Lansarea unor teme de studiu.         |                   |

|  |  |  |
|--|--|--|
| 10. Dezvoltări în serie Taylor.  | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri la întrebările studenților.<br>Lansarea unor teme de studiu.         |  |
| 11. Aplicații ale Teoremelor lui Liouville și maximului modulului pentru funcții olomorfe. | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri la întrebările studenților.  |  |
| 12. Dezvoltări în serie Laurent. Puncte singulare izolate. Exemple și aplicații.           | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților.<br>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 la întrebările studenților. Pregătirea examenului.                   |  |




#### Bibliografie

- Hamburg, P., Mocanu, P.T., Negoescu, N., *Analiză Matematică (Funcții Complexe)*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982.
- Kohr, G., *Analiză Complexă*, Notițe de seminar, 2020.
- Kohr, G., Mocanu, P.T., *Capitole Speciale de Analiză Complexă*, Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 2005.
- Berenstein, C.A., Gay, R., *Complex Variables: An Introduction*, Springer-Verlag New York Inc., 1991.
- 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).
- Popa, E., *Introducere în Teoria Funcțiilor de o Variabilă Complexă*, Editura Univ. A.I. Cuza, Iași, 2001.
- Volkovysky, L., Lunts, G., Aramanovich, I., *Problems in the Theory of Functions of a Complex variable*, Moscow: MIR Publishers, 1972.
- Evgrafov, M., Bejanov, K., Sidorov, Y., Fedoruk, M., Chabounine, M., *Recueil de Problèmes sur la Théorie des Fonctions Analytiques*, Moscou: Editions Mir, 1974.
- Mocanu, G., Stoian, G., Vișinescu, E., *Teoria Funcțiilor de o Variabilă Complexă (Culegere de Probleme)*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1970.
- Sălăgean, G.S., *Geometria Planului Complex*, Promedia-Plus, Cluj-Napoca, 1997.

## 9. Evaluare

| Tip activitate   | 9.1 Criterii de evaluare <sup>4</sup>  | 9.2 Metode de evaluare <sup>5</sup>  | 9.3 Pondere din nota finală |
|--|--|--|-----------------------------|
| 9.4 Curs   | Cunoașterea noțiunilor și a rezultatelor de bază.  | Examen scris.  | 60%                         |
|  | Posibilitatea de a justifica prin demonstrație rezultate teoretice.  |  |                             |
| 9.5 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.<br><br>O lucrare de control (la mijlocul semestrului). | 10%<br><br>30%              |
|  | Prezența la ore: conform cerințelor generale ale facultății.   |  |                             |
| 9.6 Standard minim de promovare  |  |  |                             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Nota finală minimum 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.</li> </ul> |  |  |                             |

## 10. Etichete ODD (Obiective de Dezvoltare Durabilă / Sustainable Development Goals)<sup>6</sup>

|  <input type="radio"/> Eticheta generală pentru Dezvoltare durabilă |  |  |   |   |   |  |   |  |
|--|--|--|---|---|---|--|---|--|
| <br>1 FĂRĂ SĂRĂCIE  | <br>2 FOAMETE ZERO                  | <br>3 SĂNĂTATE ȘI BUNĂSTARE             | <br>4 EDUCAȚIE DE CALITATE | <br>5 EGALITATE DE GEN | <br>6 APĂ CURATĂ ȘI SĂNĂTATE | <br>7 ENERGIE CURATĂ ȘI LA PREȚURI ACCESIBILE | <br>8 MUNCĂ DECENTĂ ȘI CREȘTERE ECONOMICĂ          | <br>9 INDUSTRIE, INOVAȚIE ȘI INFRASTRUCTURĂ |
| <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input checked="" type="radio"/>   |
| <br>10 INEGALITĂȚI REDUSE   | <br>11 ORAȘE ȘI COMUNITĂȚI DURABILE | <br>12 CONSUM ȘI PRODUCȚIE RESPONSABILE | <br>13 ACȚIUNE CLIMATICĂ   | <br>14 VIAȚA ACVATICĂ  | <br>15 VIAȚA TERESTRĂ        | <br>16 PACE, JUSTIȚIE ȘI INSTITUȚII EFICIENTE | <br>17 PARTENERIATE PENTRU REALIZAREA OBIECTIVELOR | Nu se aplică nici o etichetă   |
| <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>  |

<sup>4</sup> Criteriile de evaluare trebuie să reflecte direct rezultatele învățării vizate la nivel de program de studii, respectiv la nivel de disciplină. Mai concret, se evaluează achizițiile de învățare menționate în rezultatele anticipate ale învățării.

<sup>5</sup> Se recomandă stabilirea atât a metodelor de evaluare finală, cât și a strategiei de evaluare pe parcurs.

<sup>6</sup> Selectați o singură etichetă, cea care, în conformitate cu [Procedura de aplicare a etichetelor ODD în procesul academic](#), se potrivește cel mai bine disciplinei. Dacă disciplina tratează tema dezvoltării durabile la modul general (de ex. prin prezentarea/introducerea cadrului general al dezvoltării durabile etc.) atunci se poate alocă eticheta generală de Dezvoltare Durabilă. Dacă niciuna dintre etichete nu descrie disciplina, selectați ultima opțiune: „Nu se aplică nici o etichetă”.

Data completării:

...

Semnătura titularului de curs

Prof. dr. Grigore-Ştefan SĂLĂGEAN

Semnătura titularului de seminar

Prof. dr. Grigore-Ştefan SĂLĂGEAN

Data avizării în departament:

...

Semnătura directorului de departament

Prof. dr. Andrei-Dorin MĂRCUŞ