**fișa disciplinei**

**1. Date despre program**

|  |  |
| --- | --- |
| 1.1 Instituția de învățământ superior | Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA din București |
| 1.2 Facultatea | **Inginerie Aerospațială** |
| 1.3 Departamentul | **Stiințe Aerospațiale ‘Elie Carafoli’** |
| 1.4 Domeniul de studii universitare  | Inginerie Aerospațială |
| 1.5 Programul de studii universitare  | Construcții Aerospațiale, Sisteme de Propulsie, Echipamente și Instalații de Aviație, Ingineri și Management Aeronautic, Design Aeronautic |
| 1.6 Ciclul de studii universitare | Licență |
| 1.7 Limba de predare | Română |
| 1.8 Locația geografică de desfășurare a studiilor  | București  |

**2. Date despre disciplină**

|  |  |
| --- | --- |
| 2.1 Denumirea disciplinei | **Metode numerice în aviație**  |
| 2.2 Titularul/ii activităților de curs | Prof. dr. ing. Daniel – Eugeniu CrunțeanuSl. dr. ing. Sorin Berbente  |
| 2.3 Titularul/ii activităților de seminar / laborator/proiect | As. ing. Andrei Vlad CojoceaAs. ing. Bogdan SuoteanSl. dr. ing. Sorin Berbente  |
| 2.4 Anul de studiu | 2 | 2.5 Semestrul | II | 2.6. Tipul de evaluare | V | 2.7 Statutul disciplinei | Ob |
| 2.8 Categoria formativă | DS | 2.9 Codul disciplinei | UPB.09.D.04.O.006 |

**3. Timpul total** (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/proiect | 28 |
| Distribuția fondului de timp | ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițeDocumentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitatePregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri | 38 |
| Tutorat | 2 |
| Examinări | 4 |
| Alte activități (dacă există):  | x |
| 3.7 Total ore studiu individual | **19** |
| 3.8 Total ore pe semestru | **75** |
| 3.9 Numărul de credite | **3** |

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

|  |  |
| --- | --- |
| 4.1 de curriculum | Parcurgerea și/sau promovarea următoarelor discipline: * Algebră liniară, geometrie analitică și diferențială;
* Analiză matematică 1;
* Analiză matematică 2;
* Matematici speciale;
* Programare calculatoarelor și limbaje de programare 1;
* Programare calculatoarelor și limbaje de programare 2
 |
| 4.2 de rezultate ale învățării | * Recunoașterea și înțelegerea principalelor metode numerice utilizate pentru aproximarea funcțiilor, integrarea și derivarea numerică.
* Enumerarea tehnicilor fundamentale de rezolvare a ecuațiilor neliniare (ex. metoda secantei, metoda Newton-Raphson).
* Identificarea algoritmilor de rezolvare a sistemelor de ecuații liniare și neliniare, incluzând metode directe și iterative (Gauss, Gauss-Seidel, Jacobi).
* Redarea în cuvinte proprii a principiilor de bază ale metodelor Runge-Kutta pentru rezolvarea ecuațiilor diferențiale.
* Clasificarea tipurilor de metode numerice în funcție de domeniul de aplicare și precizia rezultatelor.
* Explicarea aplicabilității programării numerice în contexte inginerești și aviatice.
 |

**5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice** (acolo unde este cazul)

|  |  |
| --- | --- |
| 5.1 de desfășurare a cursului | * Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector, ecran de proiecție și computer conectat la internet, pentru susținerea prezentărilor multimedia și accesarea resurselor electronice.
* Este necesară existența unui sistem audio funcțional pentru redarea materialelor video demonstrative.
* Se recomandă ca sala să fie echipată cu tablă clasică sau whiteboard pentru explicații suplimentare și demonstrații grafice.
 |
| 5.2 de desfășurare a seminarului/laboratorului/ proiectului | * Laboratorul se va desfășura într-o sală dotată cu stații de lucru individuale, echipate cu computere care au instalate aplicații de calcul numeric și software specializat.
* Pentru desfășurarea activităților de laborator sunt necesare: acces la internet, proiector pentru demonstrații, seturi de fișiere de lucru (exerciții, șabloane de cod, date de intrare), precum și documentație tehnică și suporturi de curs digitale.
* Activitățile practice includ: implementarea algoritmilor numerici, testarea acestora pe probleme inginerești reale, interpretarea rezultatelor și optimizarea codului pentru precizie și eficiență.
 |

**6. Obiectiv general**

Această disciplină se studiază în cadrul domeniului științelor inginerești și este integrată în formarea studenților din specializările tehnice cu profil aeronautic, având rolul de a le oferi instrumentele teoretice și practice necesare pentru aplicarea metodelor numerice în rezolvarea problemelor inginerești.

Scopul principal al disciplinei este de a familiariza studenții cu conceptele fundamentale și aplicative ale analizei numerice, precum și cu algoritmii specifici utilizabili în calcule inginerești din aviație. Cursul urmărește dezvoltarea capacității de a transpune modele matematice în algoritmi de calcul, de a utiliza software specializat și de a evalua acuratețea și eficiența soluțiilor obținute.

Disciplina abordează tematici precum: rezolvarea numerică a ecuațiilor algebrice și diferențiale, metode iterative pentru sisteme de ecuații liniare, interpolarea, integrarea numerică, derivarea numerică, metode Runge-Kutta, metode de optimizare și aplicații specifice domeniului aerospațial.

Includerea cursului în planul de învățământ este justificată prin importanța sa în dezvoltarea competențelor digitale și analitice ale viitorilor ingineri, precum și prin aplicabilitatea directă a metodelor studiate în proiectarea, simularea și analiza numerică a fenomenelor din aviație.

**7. Rezultatele învățării**

|  |  |
| --- | --- |
| **Cunoștințe** | * Recunoaște principalele metode numerice utilizate în ingineria aerospațială (interpolare, integrare numerică, rezolvarea sistemelor de ecuații, metode pentru ecuații diferențiale).
* Enumeră etapele fundamentale ale procesului de modelare numerică și algoritmizare în aplicații inginerești.
* Explică principiile de funcționare ale algoritmilor Runge-Kutta, Gauss-Seidel, Newton-Raphson, aplicate în contexte inginerești.
* Compară metodele directe și iterative pentru rezolvarea sistemelor liniare din punct de vedere al eficienței și acurateței.
* Clasifică metodele de integrare și interpolare în funcție de scopul și natura problemei abordate.
* Redă în cuvinte proprii conceptul de eroare numerică și semnificația sa în interpretarea rezultatelor.
 |
| **Abilități** | * Aplică metode numerice pentru rezolvarea unor probleme inginerești formulate sub formă de ecuații algebrice sau diferențiale.
* Identifică soluții numerice pentru probleme de optimizare întâlnite în domeniul aviației.
* Dezvoltă algoritmi simpli în limbaje de programare inginerești (ex. MATLAB, Python) pentru implementarea metodelor numerice studiate
* Formulează puncte de vedere critice asupra avantajelor și limitărilor fiecărei metode numerice.
* Anticipează comportamentul algoritmilor în funcție de condițiile de stabilitate, convergență și erori de trunchiere.
* Selectează metode adecvate de calcul numeric în funcție de natura problemei și de precizia dorită.
 |
| **Responsabilitate și autonomie** | * Demonstrează autonomie în implementarea și testarea metodelor numerice în cadrul proiectelor individuale sau de echipă.
* Verifică corectitudinea și validitatea rezultatelor numerice prin compararea cu soluții analitice sau simulări software.
* Argumentează alegerile metodologice în proiectarea algoritmilor, ținând cont de constrângerile inginerești.
* Manifestă responsabilitate în utilizarea conștientă a instrumentelor numerice și respectă bunele practici în programare și documentare.
* Conștientizează impactul rezultatelor numerice asupra deciziilor inginerești și siguranței în aplicații aerospațiale.
* Demonstrează receptivitate față de tehnologii digitale emergente în domeniul simulării și calculului numeric.
 |

**8. Metode de predare**

Procesul de predare va fi construit pornind de la analiza stilurilor și ritmurilor de învățare ale studenților, urmărind dezvoltarea autonomiei, gândirii critice și a competențelor aplicative în domeniul metodelor numerice utilizate în ingineria aerospațială.

Se vor îmbina metode expozitive, interactive și aplicative, în conformitate cu specificul disciplinar și cu obiectivele de formare:

* Metode expozitive, precum prelegerea și expunerea, vor fi utilizate pentru introducerea noțiunilor teoretice fundamentale (de exemplu: erori numerice, stabilitate, convergență).
* Metode interactive, bazate pe conversație dirijată, brainstorming, studii de caz, vor permite studenților să formuleze întrebări, să compare soluții algoritmice și să participe activ la construcția cunoștințelor.
* Metode de învățare prin descoperire, prin rezolvarea de probleme în context inginerești reale (ex: rezolvarea sistemelor de ecuații provenite din calcule structurale sau aerodinamice), vor încuraja învățarea inductivă și aplicarea creativă a conceptelor.
* Metode bazate pe acțiune, precum exercițiile aplicative, simulările numerice, proiectele individuale sau de grup, vor permite transferul cunoștințelor teoretice în contexte practice relevante pentru domeniul aviației.

Pentru susținerea învățării:

* Fiecare curs va începe cu recapitularea interactivă a noțiunilor anterioare, urmată de prezentarea noilor concepte cu sprijin vizual (PowerPoint, grafice, coduri în execuție, diagrame conceptuale).
* Vor fi folosite demonstrații de cod în timp real (live coding) și aplicații interactive (MATLAB, Python, C++, Fortran), însoțite de explicații pas cu pas.
* Activitățile de laborator/seminar vor include sesiuni de lucru asistat pentru implementarea și testarea algoritmilor, precum și sesiuni de validare a rezultatelor prin comparație cu soluțiile teoretice.

Implicarea studenților în propriul parcurs de învățare:

* Studenții vor avea posibilitatea de a alege tematica proiectului final și instrumentele software utilizate, încurajându-se astfel adaptarea învățării la interesele proprii.
* Progresul fiecărui student va fi monitorizat prin autoevaluări periodice și feedback formativ oferit constant, iar eventualele dificultăți identificate vor fi abordate prin activități de remediere dedicate (tutoriale, sesiuni de clarificare).

Instrumente de sprijin:

* Materialele didactice vor fi puse la dispoziția studenților pe o platformă educațională (ex. Moodle), incluzând fișiere de cod, exemple rezolvate, tutoriale video și linkuri către resurse externe utile.
* Se va încuraja colaborarea între studenți prin activități de tip peer-learning, dezbateri și lucrări în echipă.

Evaluarea progresului și adaptarea demersului didactic:

* Feedback-ul studenților va fi colectat regulat prin chestionare și discuții de grup, pentru ajustarea metodelor de predare și identificarea timpurie a eventualelor rămâneri în urmă.
* Cadrele didactice vor adapta ritmul și nivelul de detaliu în funcție de nivelul colectiv și individual de înțelegere al studenților, promovând învățarea personalizată.

**9. Conținuturi**

|  |
| --- |
| **CURS** |
| **Capitolul** | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| I | Aproximarea funcţiilor de variabilă reală:Interpolarea polinomialăInterpolarea cu funcţii spline Interpolarea cu funcţii splineAproximarea mini-max a funcţiilorAproximarea în sensul celor mai mici pătrate | **2** |
| II | Integrarea şi derivarea numerică:Formulele de integrare numerică închise (Newton-Cotes)Formule de integrare deschiseDerivate folosind polinoame de interpolare Derivate folosind funcţii spline | **4** |
| III | Rezolvarea ecuaţiilor neliniare de o singură variabilă:Metoda înjumătăţirii intervaluluiProcedee iterativeIteraţia simplăMetoda secanteiMetoda Newton – RaphsonMetoda parabolelor tangente | **4** |
| IV | Rezolvarea sistemelor liniare:Metoda GaussMetoda Gauss – JordanPropagarea erorilor la metodele de eliminare. Rafinarea soluţieiMetode iterativeMetoda iterativă JacobiMetoda iterativă Gauss - Seidel | **4** |
| V | Rezolvarea sistemelor de ecuaţii neliniare:Iteraţia simplăMetoda iterativă NetwtonMetoda cvasi-NewtonMetoda gradientului | **4** |
| VI | Rezolvarea ecuatiilor diferenţiale:Metode cu paşi separaţiFormule EulerFormule Runge - KuttaFormule Runge - Kutta - Gill | **6** |
| VII | Elemente de programre Liniară:Optimizarea funcţiilor de două variabile | **4** |
|  | **Total:** | **28** |
| **Bibliografie:**1. *Crunțeanu D.E, Notițe de curs, Moodle, UPB.*
2. *C. Berbente, S. Mitran, S. Zancu, Metode Numerice, Editura Tehnică, Bucureşti 1997.*
3. *Curtis F. G., “Applied Numerical Analysis”, Addison-Wesley Publishing*
4. *Atkinson K. E., “An Introduction to Numerical Analysis”, John Wiley & Sons, N.Y., 1978. 2nd edition, 1989*
 |

|  |
| --- |
| **LABORATOR/ SEMINAR/PROIECT** |
| **Nr. crt.**  | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| 1. | Interpolarea polinomială. | 2 |
| 2. | Interpolarea cu funcţii spline | 2 |
| 3. | Aproximarea mini-max a funcţiilor | 4 |
| 4. | Rezolvarea ecuaţiilor neliniare de o singură variabilă | 4 |
| 5. | Metoda Gauss | 4 |
| 6. | Metoda iterativă Jacobi, Metoda iterativă Gauss - Seidel | 8 |
| 7. | Rezolvarea sistemelor de ecuaţii neliniare | 2 |
| 8. | Rezolvarea ecuatiilor diferenţiale, Formule Euler, Formule Runge - Kutta | 2 |
|  | **Total:** | **28** |
| Bibliografie:1. *Crunțeanu D.E, Notițe de curs și de laborator, Moodle, UPB.*
2. *Cojocea A.V., Notițe de laborator, Moodle, UPB.*
3. *C. Berbente, S. Mitran, S. Zancu, Metode Numerice, Editura Tehnică, Bucureşti 1997.*
4. *Curtis F. G., “Applied Numerical Analysis”, Addison-Wesley Publishing*
5. *Atkinson K. E., “An Introduction to Numerical Analysis”, John Wiley & Sons, N.Y., 1978. 2nd edition, 1989*
 |

**10. Evaluare**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tip activitate | 10.1 Criterii de evaluare | 10.2 Metode de evaluare | 10.3 Pondere din nota finală |
| 10.4 Curs | Evaluare finală | Evaluare scrisă  | 20% |
| 10.5 Seminar/laborator/proiect | Aplicații de rezolvat | Evaluare orală | 20% |
| Test în cadrul laboratorului | Evaluare scrisă  | 20% |
| Teme | Evaluare scrisă | 20% |
| Activitate pe parcurs | Evaluare orală | 20% |
| 10.6 Condiții de promovare |
| * Obținerea a 50% din punctajul total.
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Data completării 17.07.2025 | Titular de cursProf. dr. ing. Daniel – Eugeniu CrunțeanuSl. dr. ing. Sorin Berbente  | Titular(ii) de aplicațiiAs. ing. Andrei Vlad CojoceaAs. ing. Bogdan SuoteanSl. dr. ing. Sorin Berbente |
|  |  |  |
|  |  |  |
| Data avizării în departament  | Director de departamentProf. Dr. Ing, Marius STOIA DJESKA |
|  |  |
| Data aprobării în Consiliul Facultății | Decan Prof. dr. ing. Daniel – Eugeniu Crunțeanu |