**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 | **Ingineria Sistemelor Aeronautice și Management Aeronautic „Nicolae Tipei”** |
| 1.4 Domeniul de studii universitare  | Inginerie Aerospațială |
| 1.5 Programul de studii universitare  | Inginerie și Management 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(ro) | **Optimizări cu aplicații în transportul aerian** |
| 2.2 Titularul activităților de curs | Șl. dr. ing. Casandra-Venera PIETREANU  |
| 2.3 Titularul activităților de laborator | Șl. dr. ing. Casandra-Venera PIETREANU |
| 2.4 Anul de studiu | 4 | 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.S.08.O.016 |

**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 laborator | 2 |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ  | 56 | Din care: 3.5 curs | 28 | 3.6 laborator | 28 |
| Distribuția fondului de timp | ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițeDocumentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitatePregătire laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri | 351418 |
| Tutorat | - |
| Examinări | 2 |
| Alte activități (dacă există):  | 0 |
| 3.7 Total ore studiu individual | **67** |
| 3.8 Total ore pe semestru | **125** |
| 3.9 Numărul de credite | **5** |

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

|  |  |
| --- | --- |
| 4.1 de curriculum | Parcurgerea și promovarea următoarelor discipline: * Analiză matematică 1
* Algebră liniară, geometrie analitică și diferențială
* Analiză matematică 2
* Ecuații diferențiale
* Teoria probabilităților și statistică
* Metode cu diferențe finite în aviație
* Fundamente de navigație aeriană
* Metode numerice
* Limbaje avansate de programare
* Dinamica Zborului
* Modelarea economică în ingineria transportului aerian
* Ingineria activităților auxiliare
* Managementul aeroporturilor
* Managementul traficului aerian
* Etică și integritate academică
 |
| 4.2 de rezultate ale învățării | Acumularea următoarelor cunoștințe: * Calcul matematic
* Competențe digitale
* Limba engleză
 |

**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 și computer, echipamente de informatică și de comunicații
 |
| 5.2 de desfășurare a laboratorului | * Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă caracteristici necesare lucrului asistat la proiect: rețea de calculatoare echipate cu software MATLAB, videoproiector.
 |

**6. Obiectiv general**

Disciplina Optimizări cu aplicații în transportul aerian se studiază la facultatea de Inginerie Aerospațială, specializarea Inginerie și Management Aeronautic. Obiectivul general al disciplinei este de a familiariza studenții cu formele modelului matematic de optimizare și cu metodele de calcul specifice.

Tematica abordată este în parte una generală de optimizare numerică, iar în a doua jumătate a cursului, conturează principalele concepte și metode aplicate pentru optimizări specifice domeniului aeronautic, fiind susținută de doi piloni: cel ingineresc și cel de management. Tematica este adaptată particularităților programului de studii, pregătind studenții pentru cerințele operaționale. Conținutul disciplinei este coroborat cu nevoile și exigențele angajatorilor din domeniul aferent programului de studiu. Astfel sunt abordate teme și aplicații practice precum optimizarea capacității aeroportuare, a operațiunilor aeronautice, a controlului traficului aerian, rezolvarea conflictelor în traficul aerian, optimizarea planului de zbor, a planificării rutelor sau alocării flotei și echipajelor, etc.

**7. Rezultatele învățării**

|  |  |
| --- | --- |
| **Cunoștințe** | **Studenții vor dobândi cunoștințe privind modalitățile generale și specifice de optimizare a operațiunilor aeronautice. Astfel, vor:*** Cunoaște elementele unei probleme de optimizare și clasificarea acestora
* Explică forma modelului matematic de optimizare
* Acumulează cunoștințe referitoare la tehnici de optimizare (modelare, control) aplicate în aviație (la sol (ex. pe aeroport) și în zbor)
* Identifică, exemplifică și clasifică metodele de calcul utilizate în optimizare
* Recunoaște și utilizează codurile specifice de calcul
* Recunoaște, enumeră și compară diferite metode de optimizare aplicate în problemele de transport aerian
 |
| **Abilități** | **Studenții vor dobândi următoarele abilități:*** Utiliza cunoştinţe din disciplinele fundamentale ale ingineriei şi managementului în efectuarea de calcule, demonstraţii şi aplicaţii, pentru rezolvarea de sarcini specifice ingineriei aerospaţiale
* Selecta, combina şi utiliza cunoştinţe, principii şi metode din ştiinţele de bază ale domeniului inginerie aerospaţială şi asocia acestora scheme funcţionale pentru rezolvarea de sarcini specifice ingineriei aerospaţiale
* Selecta și utiliza coduri specifice de calcul în optimizare
* Utiliza cunoștințele dobândite pentru a rezolva aplicații practice
* Lucra cu limbaje de programare care utilizează colecții extinse de funcții pentru a rezolva o problemă de optimizare
* Planifica, gestiona, exploata şi optimiza procese la nivel de aeroport prin asigurarea unui nivel de siguranţă, securitate şi calitate în conformitate cu normele specifice în domeniului aeronautic
* Lucra productiv în echipă
* Participa la proiecte de cercetare în echipă
* Analiza critic și compara soluții
* Formula concluzii din experimentele numerice
* Elabora cercetări științifice și prezenta rezultatele
 |
| **Responsabilitate și autonomie** | * Studenții vor selecta și analiza surse bibliografice adecvate pentru a rezolva probleme specifice de optimizare și totodată vor respecta principiile eticii academice, citând corect sursele bibliografice utilizate
* Studenții vor colabora cu alți colegi și profesori în desfășurarea activităților de cercetare.
* Studenții vor putea aplica în mod independent metodele și tehnicile de optimizare pentru a rezolva probleme diferite specifice activităților din transportul aerian.demonstra autonomie.
* Studenții vor evalua obiectiv propria activitate în condiții de independență profesională, dar și activitatea colegilor.
* Studenții vor aplica principii de etică profesională în analiza impactului tehnologic și de management al soluțiilor de optimizare propuse în domeniul de inginerie aerospațială.
* Studenții vor demonstra capacitate analitică, raționament logic și abilități de gestionare a unor situații reale ce presupun aplicarea unor tehnici de optimizare.
* Studenții vor putea propune soluții noi de optimizare multicriterială a activității operaționale (pe un aeroport, la un agent de handling, la un operator aerian, în controlul traficului aerian, etc.)
* Studenții vor putea executa responsabil sarcinile profesionale, cu respectarea valorilor şi eticii profesiei de inginer, în condiţii de autonomie restrânsă şi asistenţă calificată, pe baza documentării, raţionamentului logic, convergent şi divergent, aplicabilităţii practice, evaluării, autoevaluării şi deciziei optime
* Studenții vor putea realiza activităţi şi desfăşura roluri specifice muncii în echipă pe diferite responsabilităţi şi pe baza comunicării şi dialogului, cooperării, atitudinii pozitive şi respectului faţă de ceilalţi, recunoaşterii diversităţii şi multiculturalităţii, utilizării feedback-ului pentru îmbunătăţirea activităţii proprii, spiritului de iniţiativă şi conştientizării limitărilor impuse de echipa de conducere
 |

**8. Metode de predare**

Procesul de predare la curs presupune prelegeri, prezentări în format Power Point, expunerea unor imagini și videoclipuri demonstrative sau indicarea unor link-uri web ale unor cercetări specifice care vor fi puse la dispoziția studenților. Prezentările PPT utilizează grafice, diagrame, scheme logice și studii de caz, astfel încât informațiile să fie clare și ușor de asimilat. Informațiile despre metodele și tehnicile de optimizare sunt oferite în paralel cu exemple practice de rezolvare a problemelor specifice domeniului inginerie și management aeronautic pentru a facilita înțelegerea problematicii. Astfel, se urmărește dezvoltarea capacității analitice, se promovează un raționament logic și aplicabilități practice.

Metoda de predare la activitățile de laborator îmbină analiza unor studii de caz, rezolvarea de aplicații specifice, dezbateri, analize și evaluări, dar și suport pentru documentare în vederea realizării temei de casă, îndrumare în redactarea proiectului și pregătirea prezentării. În acest fel, sunt dezvoltate capacitatea de luare a deciziilor și de evaluare informată, abilitățile de organizare, setarea obiectivelor strategice, respectarea termenelor, abilitatea de a gestiona și prioritiza sarcini multiple.

 Materialele suport pentru curs/laborator (notiţe de curs, îndrumar de laborator și alte surse bibliografice) vor fi încărcate pe platforma Moodle.

O condiție pentru înțelegerea materialelor prezentate este recapitularea noțiunilor deja prezentate, realizând legătura dintre cursurile precedente și noțiunile ce vor fi prezentate ca element de noutate, aceasta fiind și o măsură de a evita ca studenții să aibă lacune.

**9. Conținuturi**

|  |
| --- |
| **CURS** |
| **Capitolul** | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| I | **Introducere. Noțiuni generale de optimizare.** Definiții și clasificări. Formularea problemei de optimizare. | **2** |
| II | **Metode de optimizare fără restricţii.** Algoritmi de calcul. | **2** |
| III | **Metode de calcul a soluţiei problemelor de optimizare cu restricţii.** Metode de optimizare cu restricții aplicând algoritmi fără restricții. | **4** |
| IV | **Metode de optimizare cu și fără derivate.**Metode directe de optimizare; metoda Nelder-Mead.Metode de gradient optim și gradient conjugat. Metoda Newton în optimizare. Exemple de aplicații în domeniul aeronautic. | **6** |
| V | **Elemente de programare liniară.** Metoda Grafică, algoritmul Simplex.Aplicații în transportul aerian. | **4** |
| VI | **Elemente de programare neliniară.** | **2** |
| VII | **Optimizări dinamice neliniare.** Determinarea traiectoriilor optimale prin minimizarea timpului şi a consumului de combustibil. | **2** |
| VIII | **Probleme de trafic aerian.** Culoare de zbor. Loxodroma și ortodroma. Ecuații analitice. Distante minime între două traiectorii în 3D. Aplicații. | **2** |
| IX | **Distante minime la curbe și suprafete în 2D și 3D.** Aplicații la evoluții în zona aeroporturilor și a zonelor cu relief neregulat. | **2** |
| X | **Detecţia şi rezolvarea conflictelor în traficul aerian;** formulare optimizare staţionară. | **2** |
|  | **Total:** | **28** |
| **Bibliografie:**1. PIETREANU Casandra-Venera, Optimizări cu aplicații în transportul aerian – Suport de curs electronic (Moodle), 2025. <https://curs.upb.ro/2024/course/view.php?id=8404>
2. PIETREANU Casandra-Venera, Bazele optimizării. Aplicații în transportul aerian, Ed. Printech, 2025.
3. BERBENTE Corneliu, PIETREANU Casandra-Venera, Optimisations with applications in air traffic, Ed. Politehnica Press, ISBN 978-606-515-923-5, 2020.
4. PIETREANU Casandra-Venera, Tehnici de modelare și optimizare în transportul aerian, Ed. Printech, 2018.
5. NECOARĂ Ion, CLIPICI Dragoş, PĂTRAŞCU Andrei, Metode de Optimizare Numerică. Culegere de probleme, Departamentul de Automatică şi Ingineria Sistemelor, Universitatea Politehnica din Bucureşti, 2013.
6. CIUPRINA G., Numerical Alghoritms, Universitatea Politehnica din Bucureşti, 2015.
7. CODREA I. L., Solving linear programming problems using the graphical method, iTeach, 2018.
8. UNGUREANU V., Metoda grafică în programarea matematică, Worldpress, 2011.
9. NAIR P B, Computational Optimization, AER 1415H, Optimization and Numerical Methods Course, Toronto University, 2024.
10. BARTHOLOMEW-BIGGS Michael, Nonlinear Optimization with Engineering Applications, Springer Optimization and Its Applications, 2008.
11. SNYMAN Jan A, WILKE Daniel N, Practical Mathematical Optimization - Basic Optimization Theory and Gradient-Based Algorithms, Part of the book series: Springer Optimization and Its Applications, volume 133, 2018.
 |

|  |
| --- |
| **LABORATOR** |
| **Nr. crt.**  | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| 1. | **Lucrarea 1:**Recapitularea noţiunilor generale de optimizare/clasificări ale metodelor de optimizare.Analiza structurii generale a unei probleme de optimizare.Aplicarea metodelor de calcul.  | 4 |
| 2. | **Lucrarea 2:**Optimizări staţionare; metode numerice; pachete software. | 2 |
| 3. | **Lucrarea 3:**Aplicații ale metodelor numerice de optimizare fără restricţii.  | 2 |
| 4. | **Lucrarea 4:**Aplicații ale problemelor de optimizare cu restricţii. Aplicații ale problemelor de optimizare cu restricţii utilizând algoritmi fără restricţii: Metoda multiplicatorilor Lagrange, condițiile Kuhn-Tucker, utilizarea funcției de penalizare.  | 4 |
| 5. | **Lucrarea 5:**Aplicații ale metodelor de optimizare de ordin 0, 1 și 2: Metoda Nelder-Mead, metoda Gradientului în optimizare, metoda Newton în optimizare.  | 4 |
| 6. | **Lucrarea 6:**Rezolvarea numerică a problemei bilocale; algoritmul Miele-Iyer. | 2 |
| 7. | **Lucrarea 7:**Optimizarea operațiunilor aeriene/aeroportuare. | 2 |
| 8. | **Lucrarea 8:**Optimizarea utilizării capacităţii operaționale și de procesare a aeroporturilor. Curba de capacitate. | 2 |
| 9. | **Lucrarea 9:**Probleme de trafic aerian. Ortodroma și loxodroma. Aplicații. | 2 |
| 10. | **Lucrarea 10:**Traiectorii optimale în raport cu timpul şi cu consumul de combustibil. Aplicații. | 2 |
| 11. | **Lucrarea 11:**Detecția şi rezolvarea situaţiilor de conflict în managementul traficului aerian. | 2 |
|  | **Total:** | **28** |
| Bibliografie:1. PIETREANU Casandra-Venera, Optimizări cu aplicații în transportul aerian – Îndrumar de laborator - format electronic (Moodle), 2025. <https://curs.upb.ro/2024/course/view.php?id=8404>
2. BERBENTE Corneliu, PIETREANU Casandra-Venera, Optimisations with applications in air traffic, Ed. Politehnica Press, 2020.
3. PIETREANU Casandra-Venera, Tehnici de modelare și optimizare în transportul aerian, Ed. Printech, 2018.
4. PIETREANU Casandra-Venera, Bazele optimizării. Aplicații în transportul aerian, Ed. Printech, 2025.
 |

**10. Evaluare**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tip activitate | 10.1 Criterii de evaluare | 10.2 Metode de evaluare | 10.3 Pondere din nota finală |
| 10.4 Curs | Cunoaștere aplicată la transportul aerian: lucrare scrisă cu subiecte multiple din cursul predat, bibliografia indicată și proiectul realizat pe parcursul semestrului (se evaluează corectitudinea și deplinătatea cunoștințelor acumulate). | Verificare (finală) –test scris | 20% |
| Testare intermediară (săptămâna 7) ce cuprinde capitolele I-V din cursul predat  | 20% |
| 10.5 Laborator | Activitate laborator (se evaluează corectitudinea calculelor și soluțiilor propuse, capacitatea de analiză, interpretarea rezultatelor, originalitatea, creativitatea) | Evaluare activitate laborator (rezolvarea problemelor, evaluarea și testarea soluțiilor).Alte criterii | 30% |
| Temă de casă (se evaluează realizarea proiectului conform metodologiei prezentate la curs și laborator, înțelegerea subiectului și coerența prezentării) | Evaluare temă de casă (prezentarea proiectului în format PPT) | 30% |
| 10.6 Condiții de promovare |
| * Rezultatul evaluării finale rezultă din însumarea punctelor pentru fiecare activitate din cadrul disciplinei (al căror total este 100), iar numărul total de puncte se transformă într-o notă (de la 1 la 10), prin împărțirea la 10 și rotunjirea (cu excepția notei 5 care se obține prin trunchiere). Numărul minim de puncte pentru promovarea disciplinei este de 50 și este condiționat de realizarea temei de casă din lista de proiecte propuse și obținerea a 50% din punctajul total asociat activității de la curs și laborator.
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Data completării  | Titular de curs  | Titular de aplicații |
| 07.07.2025 | Șl. dr. ing. PIETREANU Casandra-VeneraC:\Users\KAS\AppData\Local\Microsoft\Windows\Temporary Internet Files\Content.Word\thumbnail (1).jpg | Șl. dr. ing. PIETREANU Casandra-VeneraC:\Users\KAS\AppData\Local\Microsoft\Windows\Temporary Internet Files\Content.Word\thumbnail (1).jpg |
|  |  |  |
| Data avizării în departament  | Director de departamentProf. dr. ing. CHELARU Teodor-Viorel |
|  |  |
| Data aprobării în Consiliul Facultății | Decan Prof. dr. ing. CRUNȚEANU Daniel-Eugeniu |