**fișa disciplinei**

**1. Date despre program**

|  |  |
| --- | --- |
| 1.1 Instituția de învățământ superior/  | Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA din București/  |
| 1.2 Facultatea | **Facultatea de inginerie aerospațială** |
| 1.3 Departamentul | **Ingineria sistemelor aeronautice si management aeronautic „Nicolae Tipei”** |
| 1.4 Domeniul de studii universitare  | Inginerie aerospațială |
| 1.5 Programul de studii universitare  | Echipamente si instalații de aviație |
| 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 /title course (ro)(en) | **Teoria zborului rachetei si a vehiculelor spațiale** **Rocket flight and space vehicles theory** |
| 2.2 Titularul activităților de curs | Teodor-Viorel CHELARU |
| 2.3 Titularul activităților de seminar / laborator/proiect | Valentin PANĂ |
| 2.4 Anul de studiu | 3 | 2.5 Semestrul | II | 2.6. Tipul de evaluare | V | 2.7 Statutul disciplinei | Op |
| 2.8 Categoria formativă | DS | 2.9 Codul disciplinei | UPB.09.D.06.A.006 |

**3. Timpul total** (ore pe semestru al activităților didactice

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3.1 Număr de ore pe săptămână | 3 | Din care: 3.2 curs | 1 | 3.3 laborator | 2 |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ  | 42 | Din care: 3.5 curs/  | 14 | 3.6 laborator | 28 |
| Distribuția fondului de timp | ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire proiect, teme, referate, portofolii și eseuri | 5 |
| Tutorat | 1 |
| Examinări | 2 |
| Alte activități (dacă există):  |  |
| **3.7 Total ore studiu individual** | **8** |
| 3.8 Total ore pe semestru | **50** |
| 3.9 Numărul de credite | **2** |

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

|  |  |
| --- | --- |
| 4.1 de curriculum | Parcurgerea următoarelor discipline: Analiza matematica. Algebră liniară, geometrie analitică și diferențială, Ecuații diferențiale, Programarea calculatoarelor și limbaje de programare, Metode numerice în aviație, Mecanică, Mecanica fluidelor, Bazele aerodinamicii, Bazele propulsiei aerospațiale, Mecanica Avionului. |
| 4.2 de rezultate ale învățării | Cunoașterea aprofundată a următoarelor domenii: Algebra, Analiza , Ec. diferenţiale ordinare, Ec. fizicii matematice, Mecanica – Cinematica, Statică |

**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.  |
| 5.2 de desfășurare a proiectului | Proiectul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă rețea de calcul necesara lucrului asistat la proiect. Software: MICROSOFT VISUAL STUDIO si MATLAB preinstalate. |

**6. Obiectiv general**

Această disciplină se studiază în cadrul domeniului INGINERIE AEROSPATIALA /specializarea ECHIPAMENTE SI INSTALATII DE BORD și își propune să familiarizeze studenții cu principalele abordări, modele și teorii explicative ale domeniului, utilizate în rezolvarea de aplicații practice și probleme, cu relevanță pentru stimularea procesului de învățare la studenți.

Disciplina are ca obiectiv general  **descrierea sumara a principalelor programe spațiale existente precum si definirea unor modele simplificate de calcul pentru lansatoare si vehicule spațiale**

Astfel:

* Cunoașterea principalelor programe spațiale existente si principalele realizări ale acestora; Definirea unui limbaj specific si identificarea caracteristicilor funcționale ale diferitelor lansatoare vehicule spațiale ;
* Evaluarea sumara a performantelor lansatoarelor prin introducerea unor relații fundamentale de calcul;
* Evaluarea principalelor caracteristici de mișcare pentru vehiculele spațiale in baza modelului celor doua corpuri

**7. Rezultatele învățării**

|  |  |
| --- | --- |
| **Cunoștințe** | * **Identifică și descrie** principiile și metodele de bază ale ingineriei aerospațiale.
* **Analizează și explică** rezultate teoretice și experimentale, documentație tehnică , fenomene și procese din domeniul aerospațial.
* **Identifică** tipul de vehicul spațial / lansator si încadrarea în una din categorii in funcție de performantele acestuia;
* **Compara** vehiculele spațiale / lansatoarele din aceeași categorie in funcție de performantele acestora;
* **Explica** noțiuni specifice domeniului spatial
* **Exemplifica** clasele de vehicule spațiale/lansatoare prin aparate existente
* **Diferențiază** soluțiile tehnice existente de soluțiile ipotetice ce pot fi dezvoltate.
 |
| **Abilități** | * **Operează cu principii și metode de bază** din domeniu și le asociază cu reprezentări grafice specifice domeniului ingineriei aerospațiale.
* **Aplică** principii și metode de bază din tehnologiile digitale și rezolvă probleme de complexitate medie asociate reprezentărilor grafice, bazelor de date, modelării și simulării, specifice ingineriei aerospațiale.
* **Selectează și aplică** concepte, principii și metode de bază din domeniu pentru calcule specifice unor aplicații aerospațiale.
* **Selectează și aplică** criterii, principii și metode de evaluare pentru identificarea, modelarea și experimentarea fenomenelor și proceselor specifice ingineriei aerospațiale, analizează și interpretează rezultatele obținute.
* **Elaborează** proiecte profesionale de complexitate medie prin selectarea, combinarea și utilizarea de concepte, principii, metodologii și tehnologii din domeniu.
* **Utilizează** cunoștințelor din disciplinele fundamentale ale ingineriei în efectuarea de calcule, demonstrații și aplicații, pentru rezolvarea de sarcini specifice ingineriei aerospațiale.
* **Utilizează**  programe de calcul comerciale și a tehnologiilor digitale pentru rezolvarea de sarcini specifice ingineriei aerospațiale, în general, și a celor specifice analizei și proiectării echipamentelor de dirijare, navigație și comandă a aeronavelor, în particular.
* **Modelează și analizează** dinamica vehiculelor spațiale,
* **Selectează, combină și utilizează** cunoștințele, principiile și metodele din științele de bază ale domeniului inginerie aerospațială și asocierea acestora cu scheme funcționale și reprezentări grafice-desen tehnic pentru rezolvarea de sarcini specifice ingineriei aerospațiale si de sistem.
* **Are capacitatea** de a dezvolta un model de calcul specific unui anumit tip de vehicul spațial / lansator.
* **Realizează** evaluarea performantelor unui vehicul spațial / lansator.
* **Are capacitatea** de a analiza rezultatele unor măsurători experimentale si de a identifica elementele funcționale ale vehiculului spațial / lansator.
* **Selectează** și **grupează** informații relevante într-un context dat referitoare la vehiculele spațiale / lansatoare.
* **Creează** un text științific specific vehiculelor spațiale / lansatoarelor.
* **Formulează** puncte de vedere asupra funcționarii vehiculelor spațiale / lansatoare.
* **Identifică** soluții și propune planuri de proiecte in domeniul vehiculelor spațiale.
* **Formulează** puncte de vedere și concluzii la experimentele realizate privind vehiculele spațiale / lansatoarele.
* **Anticipează** etapele simodurile de rezolvare ale ului proiect de vehicul spațial / lansator
 |
| **Responsabilitate și autonomie** | * **Selectează** surse bibliografice potrivite in domeniu vehiculele spațiale / lansatoarele.
* și le analizează
* **Demonstrează autonomie** în învățare pe problematici specifice domeniului ingineriei aerospațiale.
* **Execută responsabil** a sarcinilor profesionale, cu respectarea valorilor și eticii profesionale, în condiții de autonomie restrânsă și asistență calificată, pe baza documentării, raționamentului logic, convergent și divergent, aplicabilității practice, evaluării, autoevaluării și deciziei optime.
* **Realizează activități** și desfășoară roluri specifice muncii în echipă pe diferite responsabilități și distribuie de sarcini pentru nivelurile subordonate, pe baza comunicării și dialogului, cooperării, atitudinii pozitive și respectului fată de ceilalți, recunoașterii diversității și multiculturalității, utilizării feed-back-ului pentru îmbunătățirea activității proprii, spiritului de inițiativă și conștientizării limitărilor impuse de echipa de conducere.
* **Autoevaluează obiectiv** nevoia de formare profesională continuă și deschiderea către învățarea pe tot parcursul vieții, precum și utilizarea eficientă a abilităților lingvistice, a cunoștințelor de tehnologia informației și a comunicării pentru dezvoltarea personală și profesională, în scopul inserției pe piața muncii și al adaptării la dinamica cerințelor acesteia.
* **Respectă principiile de etică academică,** citând corect sursele bibliografice utilizate.
* **Are capacitatea** de realiza lucrări științifice originale in domeniul vehiculelor spațiale / lansatoarelor.
* **Demonstrează receptivitate** pentru contexte noi de învățare in domeniul vehiculelor spațiale / lansatoarelor..
* **Manifestă colaborare** cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice.
* **Demonstrează autonomie** în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat pentru vehiculele spațiale / lansatoare.
* **Manifestă responsabilitate socială** prin implicarea activă în viața socială studențească/implicare în evenimentele din comunitatea academică.
* **Promovează/contribuie prin soluții noi,** aferente domeniuluivehiculelor spațiale / lansatoarelor pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale
* **Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei aerospațiale** la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială). Utilizarea sateliților in domeniul comunicațiilor.
* **Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse** în domeniul spațial asupra mediului înconjurător. Programe de conversie a tehnologiilor militare la aplicații civile.
* **Analizează și interpretează** oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul spațial. Utilizare sateliților pentru realizarea de servicii.
* **Demonstrează abilități de management** al situațiilor din viața reală gestionând atent timpul aferent fiecărei activități.
 |

**8. Metode de predare**

Pornindu-se de la analiza caracteristicilor de învățare ale studenților și de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expozitive (prelegerea, expunerea), cât și conversative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea directa și indirectă a realității (experimentul, demonstrația, modelarea), dar și pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul, activitățile practice și rezolvarea de probleme.

În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări in sau diferite filmulețe care vor fi puse la dispoziția studenților. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs.

Prezentările utilizează imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat.

Demonstrațiile de calcul vor fi prezentate secvențial, invitând cursanții sa le completeze.

Această disciplină acoperă informații și activități practice menite să-i sprijine pe studenți în eforturile de învățare logica într-un climat favorabil învățării prin descoperire.

Dezvoltările teoretice se vor exemplifica prin soluții tehnice existente pentru diferite vehicule spaiale / lansatoare, si modul cum modelele de calcul se adaptează acestor soluții.

Se va avea în vedere exersarea abilităților de ascultare activă și de comunicare asertivă, precum și a mecanismelor de construcție a feedback-ului, ca modalități de reglare comportamentală în situații diverse și de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învățare ale studenților.

Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare.

**9. Conținuturi**

|  |
| --- |
| **CURS** |
| **Capitolul** | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| I | **Principalele programe de spațiale, facilitați de lansare** 1.1 Introducere: scurt istoric, programul spațial, locații de lansare URSS/Rusia/Europa;1.2 Programele spațiale si locații de lansare USA/China | **4** |
| II | **Mișcarea lansatorului*** 2.1 Mișcarea rachetei in vid (prob. Ţiolkovski),
* 2.2 Optimizarea raportului dintre trepte
 | **2** |
| III | 1. **Vehicule spațiale, dinamica orbitala**

3.1 Scurt istoric și stadiul actual in domeniul vehiculelor spațiale; Sisteme de control a orientării și orbitei. Secvențele unei misiuni spațiale. Principii fizice de bază, Legile lui Kepler şi Newton.3.2Ecuaţiile de mişcare ale corpului într-un câmp central de forţe. Problema celor două corpuri. Ecuațiile generale de mișcare a corpului pe orbita Kepleriană.3.2 Orbita Kepleriană în spațiu; Transformarea între sisteme de sisteme de coordonate Carteziene. Modele de mișcare orbitala perturbata.3.3 Transferul orbital monoimpuls si multiimpuls. | **8** |
|  | **Total:** | **14** |
| **Bibliografie:**1. MOODLE <http://aero.curs.pub.ro/2017/course/view.php?id=301>
2. Chelaru Teodor-Viorel, Mihăilescu Cristina. ***Lansatoare şi sisteme de lansare - note de curs***, Ed. Politehnica Press, ISBN 978-606-515-791-0, 330 pag., Bucureşti , decembrie 2017.
3. Chelaru T.V. Pana V., *Vehiculelor Spaţiale – Note de curs*, Ed. Politehnica Press, ISBN 978-606-515-337-0, 176 pag. Bucureşti, decembrie 2011.
4. Chelaru T.V., Stoica A.-M., Chelaru A., *Attitude Control System Design for Small Satellites Using Gradient-Based Methods*, Proceedings of the 6th International Conference on Recent Advances in Space Technologies - RAST 2013, pp.505-510, Istambul, Turkey, 12-14 Jun. 2013. – ISI, ISBN 978-1-4673-6396-9; 978-1-4673-6395-2, WOS:000332043900073.
5. Chelaru T.V., Stoica A.M., Barbu C., Chelaru A., *Attitude control for small satellites using rotation angles,* Proceedings of 1-st IAA Conference on Dynamics and Control of Space Systems–DyCoSS’2012, pp. 719-738, ISBN 978-0-87703-588-6 Porto, Portugalia, 19-21 Mar. 2012. <http://openconf.astrodynamics.org.pt/modules/> - ISI, WOS:000321808100049.
6. Constantin Teodorescu, Demostene Ionescu, Florin Zăgănescu *– Sateliţi artificiali la sfârşit de mileniu,* Ed. Stiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti 1988
7. Marcel J. Sidi *Spacecraft Dynamics & Control*- *a Practical Ingeneering Approach* Cambridge Aerospace Series 7 , Cabridge University press ISBN 0-521-78780.
8. Niţă M.M. *Teoria zborului spaţial* Ed. Academiei RSR , Bucureşti 1973
9. Marinescu Alexe *Probleme optimale în dinamica zborului spaţial* – Ed. Academiei RSR, Bucureşti 1982.
10. Howell K.,C., Grebow D.J., Olikara Z.P. Design using Gsuss’ perturbing equations with application to lunar South pole coverage - Paper AAS 07-143.
11. NASA – Contractor Report, *Guidance, Flight Mechanics and Trajectory Optimisation (vol 1-17)*, ed 1968, Wahington D.C.
 |

|  |
| --- |
| **LABORATOR** |
| **Nr. crt.**  | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| 1. | Modele de analiza misiunii (traiectorie, viteze) prin relațiile Ţiolkovski;Model de analiza misiunii (traiectorie, viteze) în cazul rachetei de sondajOptimizarea raportului dintre trepte pentru lansatoare spațiale | 12 |
| 2. | Modelul Keplerian, calcul parametri orbitali.Modele de mișcare orbitala perturbata. Modelul Gauss, modelul Lagrange, cazuri de utilizareTransfer orbital monoimpulsTransfer orbital cu impuls multiplu | 16 |
|  | **Total:** | **28** |
| Bibliografie:1. Pană V. , Mihăilescu C., Îndrumar de laborator, Editura Matrix Rom București 2024, ISBN: 978-606-25-0893-7, București 2024.
2. x x x, *STP M 40455-99 ‑Sistemul rachetă dirijată- Terminologie şi simboluri,* Bucureşti, 1998*.*
3. x x x, *SLATEC 3.0* *-bibliotecă matematică generală de programe în limbaj FORTRAN,* realizată de următoarele laboratoare de cercetări : Air Force Weapons Laboratory; Lawrence Livermore National Laboratory; Los Alamos National Laboratory; Magnetic Fusion Energy Computing Center; National Bureau of Standards; Sandia National Laboratories (Albuquerque & Livermore); Martin Marietta Energy Systems; Incorporated at Oak Ridge National Laboratory, SUA,1986.
4. x x x, SLICOT(Subroutine Library in Control Theory)- bibliotecă de programe FORTRAN pentru teoria de sistem, elaborată de NAG (Numerical AlgorithmsGroup),Anglia,1989.
5. x x x, STARPAC (the Standars Time Series and Regression Package) bibliotecă de programe FORTRAN pentru analiza statistică a datelor, dezvoltată de Statistical Engineering Division (SED) de la National Bureau of Standards (NBS), Boulder, Colorado-SUA, 1987.
6. x x x, PDAS V5 - Public Domain Aeronautical Software ,Standard Atmosphere , AUTHOR - Ralph L. Carmichael.
 |

**10. Evaluare**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tip activitate | 10.1 Criterii de evaluare | 10.2 Metode de evaluare | 10.3 Pondere din nota finală |
| 10.4 Curs | Rezolvarea subiectelor la lucrările de verificare | Verificare finala | 20% |
| Cunoașterea procedeelor, metodelor si principiilor de dirijare. Capacitatea de analiza și sinteza a schemei structurale pentru un aparat de zbor dirijat.  |  |  |
|  |  |
| 10.5 Laborator | Parcurgerea si înțelegerea etapelor temei de casa si alte criterii (prezenta la curs si laborator) | Evaluarea lucrărilor pe parcurs, a temei de casa, alte notari. | 60%20% |
| Evaluarea performantelor aparatelor cu zbor dirijat.  |  |  |
| 10.6 Condiții de promovare |
| Obținerea a 50% din punctajul total. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Data completării  | Titular de cursProf. Teodor-Viorel CHELARU | Titular de aplicațiiSL Valentin PANA |
|  |  |  |
|  |  |  |
| Data avizării în departament  | Director de departament Prof. Teodor-Viorel CHELARU\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  |  |
| Data aprobării în Consiliul Facultății | Decan Prof. Daniel-Eugeniu CRUNTEANU |