**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 | **Științe Aerospațiale ‘Elie Carafoli’** |
| 1.4 Domeniul de studii universitare | Inginerie Aerospațială |
| 1.5 Programul de studii universitare | Construcții Aerospațiale, Sisteme de Propulsie, Echipamente şi Instalaţii de Aviaţie, Inginerie şi 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 | | | **BAZELE AERODINAMICII** | | | | | | | |
| 2.2 Titularul/ii activităților de curs | | | | | **Conf. dr. ing. Alina Bogoi** | | | | | |
| 2.3 Titularul/ii activităților de seminar / laborator/proiect | | | | | **As. drd. ing. Bogdan Suătean**  **As. drd. ing. Andrei George Totu**  **As. drd. ing. Gabriel Țurlea** | | | | | |
| 2.4 Anul de studiu/ | 2 | 2.5 Semestrul | | II | | 2.6. Tipul de evaluare | E | | 2.7 Statutul disciplinei | Ob |
| 2.8 Categoria formativă | | DS | | 2.9 Codul disciplinei | | | | **UPB.09.D.04.O.005** | | |

**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 notițe  Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate  Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri | | | | | | | 12  14  14 |
| Tutorat | | | | | | | 2 |
| Examinări | | | | | | | 2 |
| Alte activități (dacă există): | | | | | | | - |
| 3.7 Total ore studiu individual | | **44** | |
| 3.8 Total ore pe semestru | | **100** | |
| 3.9 Numărul de credite | | **4** | |

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

|  |  |
| --- | --- |
| 4.1 de curriculum | * Parcurgerea si/sau promovarea urmatoarelor discipline: Bazele calcului diferenţial şi integral, Teoria funcţiilor, Algebră liniară şi geometrie analitică, Geometrie diferenţială, Medii de calcul ştiinţific, Limbaje de programare, Introducere în inginerie aerospaţială, Modulele de matematici speciale, Modulele de fizică, Mecanica fluidelor, Mecanica, Termodinamică. |
| 4.2 de rezultate ale învățării | * Nu este cazul |

**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 tablă, videoproiector și computer. Prelegeri la curs, unele exemple prezentate prin fişiere ppt cu proiectorul. On-line: platforma Moodle |
| 5.2 de desfășurare a seminarului/laboratorului/ proiectului | * Seminarul se va desfășura într-o sală cu tablă și bănci care permit gruparea studenților în echipe de lucru |

**6. Obiectiv general**

Cursul caută să ofere studenţilor cunoştinţe despre profilele aerodinamice, suprafeţe portante, interferenţelor aerodinamice, ecuaţiile fundamentale ale mişcării fluidelor perfect compresibile, teoria undelor de şoc, expansiunea unui curent supersonic, mişcări supersonice şi hidersonice, strat limită, modele de turbulenţă.Seminarul propune o serie de aplicaţii numerice pentru conceptele dezvoltate în cadrul cursului pentru a identifica ipotezele de lucru, precum și limitările modelelor simplificate de calcul, justificând necesitatea dezvoltării și utilizării de pachete de lucru specializate.

**7. Rezultatele învățării**

|  |  |
| --- | --- |
| **Cunoștințe** | * Studentul dobândește cunoștințe fundamentale privind legile care guvernează mișcarea fluidelor comprensibile și incomprensibile, aplicabile în contexte aerodinamice specifice. * Cunoaște principiile care stau la baza generării forțelor aerodinamice și înțelege influența unghiului de incidență asupra distribuției presiunii pe profile aerodinamice. * Înțelege teoria liniei portante și metodele de suprafață portantă pentru determinarea caracteristicilor aripilor finite. * Cunoaște regimurile de curgere în funcție de numărul Mach, inclusiv comportamentul curgerii la Mach critic, precum și fenomenele asociate curgerilor supersonice și tranzonice. * Înțelege principiile curgerii în ajutaje convergent-divergente, precum și formarea și propagarea undelor de șoc în curgeri supersonice. * Dobândește cunoștințe privind caracteristicile aerodinamice ale profilelor în regimuri compresibile, atât în domeniul subsonic, cât și supersonic. * Înțelege comportamentul stratului limită laminar, metodele de determinare a parametrilor acestuia, precum și condițiile de tranziție spre regim turbulent. * Cunoaște principalele modele de turbulență, relațiile empirice asociate și aplicabilitatea lor în conducte sau pe suprafețe plane. * Studenţii vor fi capabili să calculeze debite, pierderi de presiune, energia necesară pentru diverse curgeri în conducte, în diferite circuite hidropneumatice, să simuleze curgeri axial simetrice sau plane cu ajutorul cu ajutorul singularităţilor aerodinamice, să calculeze curgeri în jurul unor profile aerodinamice etc. |
| **Abilități** | * Analizează distribuția presiunii pe profile aerodinamice în funcție de unghiul de incidență și determină coeficienții de portanță și rezistență prin integrarea presiunilor pe conturul profilului. * Calculează caracteristicile aerodinamice ale aripilor utilizând teoria liniei portante și metodele de suprafață portantă, luând în considerare variația portanței pe deschiderea aripii. * Identifică și evaluează efectele interferențelor aerodinamice asupra distribuției curgerii și aplică corecțiile de tunel aerodinamic pentru obținerea unor rezultate reprezentative pentru zborul real. * Determină parametrii curgerii pentru diferite regimuri Mach, inclusiv în apropierea și după atingerea numărului Mach critic, și interpretează efectele compresibilității asupra profilurilor aerodinamice. * Analizează curgerile în ajutaje și în zone cu unde de șoc, utilizând relațiile caracteristice pentru curgeri izentropice și șocuri normale sau oblice. * Evaluează performanțele dispozitivelor de admisie supersonice, inclusiv comportamentul curgerii în conurile de comprimare și stabilirea poziției undelor de șoc. * Caracterizează curgerea după o expansiune supersonică, aplicând principiile curgerii izentropice și ale undelor de expansiune (Prandtl-Meyer), cu aplicabilitate în estimarea portanței și rezistenței pentru suprafețe plane supersonice. * Determină caracteristicile aerodinamice ale profilelor în regimuri de curgere compresibilă, atât subsonică, cât și supersonică, utilizând metode analitice și semi-empirice. * Analizează comportamentul stratului limită laminar și determină grosimea de deplasare, grosimea de impuls și tensiunea de frecare pentru o placă plană, inclusiv prin aplicarea metodei Kármán-Pohlhausen. * Evaluează regimul de curgere turbulent, determinând parametrii caracteristici pentru curgerea în conducte și pentru suprafețe plane, utilizând relații empirice și modele de strat limită turbulent. |
| **Responsabilitate și autonomie** | * Dezvoltă autonomie în analiza fenomenelor aerodinamice complexe și în selectarea metodelor de calcul adecvate pentru diverse regimuri de curgere, inclusiv în condiții de compresibilitate și curgere supersonică. * Prezintă inițiativă în abordarea proiectelor și aplicațiilor practice, demonstrând capacitate de a interpreta corect rezultatele obținute și de a formula concluzii argumentate din punct de vedere științific și tehnic. * Manifestă rigurozitate și responsabilitate în utilizarea modelelor teoretice și a relațiilor de calcul, fiind conștient de implicațiile tehnice ale analizelor efectuate, mai ales în contexte inginerești relevante pentru domeniul aerospațial și al mecanicii fluidelor. * Este capabil să colaboreze eficient în activități de echipă și să participe activ la discuții tehnice, asumându-și roluri specifice în cadrul proiectelor sau lucrărilor aplicative, contribuind la atingerea obiectivelor comune. * Demonstrează capacitate de autoevaluare și corectare a propriilor soluții, dezvoltând o atitudine proactivă față de învățare și față de perfecționarea competențelor tehnice. |

**8. Metode de predare**

Prezentarea cursului se face prin prelegere complementată de explicație și demonstrație cu ajutorul desenului didactic. Elementele de sinteză și aplicațiile de profil se prezintă prin mijloace video. De asemenea, se postează pe platforma Moodle cursul tipărit si prezentarea acestuia in format ppt.

Pentru seminar se utilizează învățarea prin problematizare, studiul de caz, exercițiul și învățarea prin descoperire dirijată cu feedback formativ. Seminariile se realizează de cadrul didactic împreună cu studenții folosind tehnica de calcul.

**9. Conținuturi**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CURS** | | |
| **Capitolul** | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| I | Profile Jukovski, Karman-Treftz, Carafoli, teoria în perturbaţii mici, profile subţiri | **3** |
| II | Aripa eliptică, aripa de formă oarecare în teoria de linie portantă dreaptă. | **3** |
| III | Metode de studiu, deflecţia curentului în avalul aripii. | **2** |
| IV | Ecuaţiile fundamentale, viteza sunetului, ecuaţia presiunii, ecuaţia potenţialului | **2** |
| V | Curgeri prin tuburi şi ajutaje, teoria undelor de şoc normale | **2** |
| VI | Expansiunea unui curent supersonic, teoria profilelor în supersonic | **2** |
| VII | Mişcări subsonice compresibile pentru profile subţiri, mişcări tridimensionale | **4** |
| VIII | Mişcări supersonice plane, mişcări tridimensionale, mişcări la numere Mach mari | **4** |
| IX | Curgeri vâscoase. Stratul limită plan; ecuaţia Karman, strat limită cu gradient de presiune | **2** |
| X | Curgerea turbulentă. Ipoteza lui Boussinesq, legea la perede, lungimea de amestec, modele dferenţiale | **4** |
|  | **Total:** | **28** |
| **Bibliografie:**   1. Carafoli, E., and Constantinescu, V.N. (1981), Dynamics of Incompressible Fluids (in Romanian), Romanian Academy. 2. Carafoli, E., and Constantinescu, V.N. (1984), Dynamics of Compressible Fluids (in Romanian), Romanian Academy. 3. Constantinescu, V.N. (1995), Laminar Viscous Flow, Springer 4. Constantinescu, V.N., and Galetuse, S., (1983), Fluid Mechanics and elements of Aerodynamics (in Romanian), E.D.P. 5. Mironer, A., (1979), Engineering Fluid Mechanics, McGraw-Hill 6. White, F.M., (1979),Fluid Mechanics, McGraw-Hill. 7. http://web.mit.edu/2.25/www/ 8. http://homepage.usask.ca/~drs694/fluidmechanics.htm 9. Frunzulică,F: Bazele aerodinamicii - lucrări de laborator. Politehnica Press 2014. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **LABORATOR/ SEMINAR/PROIECT** | | |
| **Nr. crt.** | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| 1. | Presiunea pe profile aerodinamice pentru diferite incidenţe. Calculul distribuției de presiuni și calculul caracteristicilor aerodinamice. | 2 |
| 2. | Determinarea caracteristicilor aerodinamice pentru aripă folosind teoria liniei portante și metode de suprafață portantă. | 4 |
| 3. | Interferențe aerodinamice. Corecţia de tunel. | 2 |
| 4. | Calculul parametrilor curgerii pentru diferite numere Mach. Numărul Mach critic. | 2 |
| 5. | Aplicaţii privind curgeri în ajutaje, curgeri cu undă de şoc. Dispozitive de admisie supersonice. | 4 |
| 6. | Caracteristicile curgerii după o expansiune supersonică, determinarea caracteristicilor aerodinamice pentru o placă plană la un număr Mach dat. | 4 |
| 7. | Determinare caracteristicilor aerodinamice pentru diferite profile în regim compresibil subsonic. | 2 |
| 8. | Determinarea caracteristicilor aerodinamice pentru diferite profile în regim supersonic. | 4 |
| 9 | Stratul limită laminar. Determinare grosimii de deplasare, de impuls, tensiunea de frecare pentru placa. Aplicarea metodei Karman-Pohlhausen pentru profile aerodinamice. | 2 |
| 10. | Curgeri turbulente. Determinarea parametrilor curgerii în conducte și pentru placă în regim de curgere turbulent. | 2 |
|  | **Total:** | **28** |
| Bibliografie:   1. Carafoli, E., and Constantinescu, V.N. (1981), Dynamics of Incompressible Fluids (in Romanian), Romanian Academy. 2. Carafoli, E., and Constantinescu, V.N. (1984), Dynamics of Compressible Fluids (in Romanian), Romanian Academy. 3. Constantinescu, V.N. (1995), Laminar Viscous Flow, Springer 4. Constantinescu, V.N., and Galetuse, S., (1983), Fluid Mechanics and elements of Aerodynamics (in Romanian), E.D.P. 5. Mironer, A., (1979), Engineering Fluid Mechanics, McGraw-Hill 6. White, F.M., (1979),Fluid Mechanics, McGraw-Hill. 7. http://web.mit.edu/2.25/www/ 8. http://homepage.usask.ca/~drs694/fluidmechanics.htm 9. Frunzulică,F: Bazele aerodinamicii - lucrări de laborator. Politehnica Press 2014. | | |

**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 de examen | Examen final | 50 |
|  | Testare pe parcurs | 0 |
|  |  |
| 10.5 Seminar/laborator/proiect | Teme de casă seminar  Teste de evaluare (două) la seminar | Verificarea temelor de casă  Probe scrise | 20  30 |
|  |  |  |
| 10.6 Condiții de promovare | | | |
| * Punctajul final se face prin adunarea punctajelor din evaluări. Condiția de promovare este de minim 50 de puncte (fără rotunjire). | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Data completării | Titular de curs | Titular(ii) de aplicații |
| 17.07.2025 | Conf. dr. ing. Alina Bogoi | As. drd. ing. Bogdan Suătean  As. drd. ing. Andrei George Totu  As. drd. ing. Gabriel Țurlea |
|  |  |  |
| Data avizării în departament | Director de departament  Prof. Dr. Ing. Marius Stoia Djeska | |
|  |  | |
| Data aprobării în Consiliul Facultății | Decan  Prof. Dr. Ing. Daniel-Eugeniu CRUNȚEANU | |