

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Academia Tehnică Militară „Ferdinand I”, București
1.2 Facultatea	Aeronave și Autovehicule Militare
1.3 Departamentul	Sisteme Integrate de Aviație și Mecanică
1.4 Domeniul de studii	Inginerie aerospațială
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Programe de studii / Calificări	Echipamente și instalații de aviație
1.7 Codul disciplinei	DD37

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	DINAMICA ZBORULUI AERONAVELOR						
2.2 Responsabil de curs	Cdor.conf. univ.dr.ing. Ciprian LARCO						
2.3 Titularul activităților de seminar/laborator	Cdor.conf. univ.dr.ing. Ciprian LARCO						
2.4 Anul de studiu	III	2.5 Semestrul	5	2.6 Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	DOB

3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	din care: 3.2 curs	2	3.3 laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42	din care: 3.5 curs	28	3.6 laborator	14
Distribuția fondului de timp pentru studiul individual					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					20
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					12
Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					20
Examinări					6
Alte activități –					-
3.7 Total ore studiu individual	58				
3.8 Total ore pe semestru	100				
3.9 Numărul de credite	4				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Introducere în ingineria aerospațială, Bazele aerodinamicii, Mecanica fluidelor
4.2 de competențe	Metode numerice, Informatică aplicată

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Prelegerile se desfășoară în săli prevăzute cu videoproiector și ecran.
5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	Laboratoarele se desfășoară în laboratoarele Departamentului de Sisteme Integrate de Aviație și Mecanică.

6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	- Înțelegerea și interpretarea modelelor matematice care descriu zborul aeronavelor. - Dezvoltarea capabilităților de utilizare a principalelor programe software în domeniul mecanicii zborului. - Abilitatea de a determina performanțele unei aeronave (vitezele caracteristice, anvelope de zbor). - Abilitatea de analiza regimuri clasice de zbor ale aeronavelor. - Dezvoltarea capabilităților de analiză a stabilității aeronavelor. - Abilitatea de a determina parametri de stabilitate.
Competențe transversale	- Formarea unei gândiri creative de abordare a fenomenelor aerodinamice specifice avioanelor și elicopterelor, de modelare a fenomenelor fizice specifice zborului aeronavelor. - Formarea deprinderilor de utilizare a aparatului matematic adecvat pentru parcurgerea algoritmilor de calcul și proiectare, cu utilizarea mijloacelor de calcul numeric și a mediilor de programare specializate. - Conștientizarea nevoii de formare continuă prin adaptarea la noile tehnologii, dezvoltarea profesională și personală, prin formare continuă folosind surse de documentare diverse (în limba română și cel puțin, într-o limbă de circulație internațională)

Rezultatele învățării	Cunoștințe
	Studentul identifică și descrie principiile și metodele de bază ale ingineriei aerospațiale.
	Aptitudini
	- Studentul este familiarizat cu principii și metode de bază din ingineria aerospațială și le asociază cu reprezentări grafice specifice domeniului. - Studentul 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 calculului de performanțe și stabilitate statică și dinamică a unei aeronave. - Studentul selectează și aplică concepte, principii și metode de bază analiză statică și dinamică a stabilității unei aeronave, realizează calcule specifice unor aplicații aerospațiale, analizează și interpretează rezultatele obținute.
	Responsabilitate și autonomie
	- Studentul selectează și utilizează surse bibliografice specifice domeniului. - Studentul demonstrează autonomie în învățare pe problematici specifice domeniului. - Studentul arată spirit de inițiativă și acțiune pentru actualizarea și formarea continuă a cunoștințelor sale profesionale în domeniul dinamicii zborului aeronavelor și demonstrează un comportament responsabil și etic.

7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Cunoașterea noțiunilor fundamentale de stabilire a performanțelor și stabilității avioanelor și elicopterelor.
7.2 Obiectivele specifice	- Cunoașterea principiilor zborului aeronavelor. - Corelarea noțiunilor acumulate la cursurile de aerodinamică și metode numerice cu modelele matematice ale zborului aeronavelor. - Înțelegerea corectă a principiilor fizice legate de masă, inerție, forță, moment, poziție, viteză și accelerație, și de aplicabilitatea lor firească în domeniul aviației. - Însușirea noțiunilor inițiale cu privire la proiectarea și construcția aeronavelor, necesare unei bune corelări a cunoștințelor de la disciplinele tehnice de bază cu cele de specialitate.

8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
C.1. Noțiuni introductive. - Definirea zborului, recapitularea principalelor noțiuni de mecanică și aerodinamică (centru de greutate, torsi, forțe și momente aerodinamice, caracteristicile geometrice ale avionului, caracteristicile geometrice ale aripii).	- Prelegeri, discuții - Demonstrații și scheme pe tablă - Ilustrări, materiale video folosind PC și videoproiector.	2
C.2. Caracteristicile atmosferice. Atmosfera standard ISA - Parametrii atmosferei standard - Ipotezele atmosferei standard, variația accelerației gravitaționale cu altitudinea - Distribuția temperaturii în atmosfera standard - Ecuațiile atmosferei standard, relațiile între temperatură, presiune și densitate - Tipuri de altitudini pentru aeronave, tipuri de viteze pentru aeronave - Metoda ICETG		2
C.3. Sisteme de referință. - Sisteme de referință inerțiale și neinertiale. Sistem de referință fix. Sisteme de referință legate de avion. - Teorema lui Euler. Formula de rotație a lui Rodrigues. Cuaternioni.		2
C.4. Zborul permanent. - Zborul orizontal, rectiliniu și uniform. Definirea modelului matematic. - Determinarea performanțelor zborului orizontal permanent (metoda curbei de finețe aerodinamică, metoda tracțiunilor necesare și disponibile). - Viteze caracteristice. Variația vitezelor caracteristice cu înălțimea de zbor. - Anvelopa de zbor. Cele două regimuri de zbor. Particularitățile zborului supersonic.		2
C.5. Zborul permanent. - Zborul planat. Ecuațiile de mișcare. - Determinarea regimurilor optime de planare. Regimul de distanță maximă de planare. Regimul de pierdere minimă de înălțime. Unghiul de planare minim. - Caracteristica planării. Timpul de coborâre. Soluția exactă a timpului de coborâre. - Distanța și durata de zbor. Zborul permanent în urcare. Ecuațiile de mișcare. Caracteristica urcării.		2

C.6 Zborul nepermanent (manevrele). - Introducere. Performanțe versus manevrabilitate. - Manevre în plan vertical. Ecuații de mișcare. - Accelerarea și frânarea în zbor orizontal. - Picajul. - Urcare dinamică. Plafonul dinamic. - Manevre în plan orizontal. Virajul uniform. Virajul neuniform. - Spirala. - Decolarea și aterizarea. Calculul distanței și timpului de decolare. Calculul distanței și timpului de aterizare.		2
C.7 Stabilitate statică longitudinală și echilibru - Noțiuni fundamentale de echilibrului și stabilitate. - Stabilitatea longitudinală a unei aripii cu curbura - Analiza simplificată a stabilității longitudinale pentru combinația aripă-coadă - Punct neutru cu comenzi fixe și marginea statică		2
C.8 Stabilitate statică longitudinală și echilibru - Estimarea unghiului de deflexie <i>downwash</i> - Analiza simplificată a stabilității longitudinale pentru combinația aripă-canard - Contribuția fuselajului și a nacelelor - Contribuția elicelor în mișcare - Contribuția motoarelor cu reacție		2
C.9 Stabilitate statică laterală și echilibru - Introducere - Stabilitate la giratie și echilibrare - Estimarea gradientului de <i>sidewash</i> pe un ampenaj vertical - Estimarea pantei de portanță pentru un ampenaj vertical - Stabilitate la raliu și efectul diedru - Cerințe de control al raliului și asietă - Cuplare longitudinală-laterală - Convenții privind semnele suprafeței de control	- Prelegeri, discuții - Demonstrații și scheme pe tablă - Ilustrări, materiale video folosind PC și videoproiector.	2
C.10 Ecuațiile generale de mișcare ale avionului. - Legea lui Newton pentru dinamica corpurilor rigide - Linearizarea ecuațiilor de mișcare - Derivatele de forțe și momente - Ecuațiile pentru mișcarea longitudinală a avionului. - Ecuațiile pentru mișcarea laterală.		2
C.11 Forma adimensională a ecuațiilor de mișcare. - Aproximarea de ordinul întâi pentru forțele și momentele aerodinamice. Forma adimensională a ecuațiilor pentru mișcarea longitudinală. - Forma adimensională a ecuațiilor pentru mișcarea laterală.		2
C.12 Derivatele forțelor și momentelor aerodinamice. - Derivatele forțelor și momentelor aerodinamice de perturbație pentru mișcarea longitudinală. - Derivatele forțelor și momentelor aerodinamice de perturbație pentru mișcarea longitudinală. - Parametri de stabilitate pentru mișcarea longitudinală. - Parametri de stabilitate pentru mișcarea laterală.		2
C.13 Dinamica longitudinală liniarizată. - Fundamentele dinamicii: Probleme cu vectori și valori proprii - Mișcare longitudinală: Ecuațiile cuplate liniarizate - Transformata Laplace pentru mișcarea longitudinală. Funcții de transfer pentru mărimi de intrare de tip impuls și treaptă. - Aproximare pe perioadă scurtă (modul rapid) - Aproximare pe perioadă lungă (modul fugoid) - Mișcarea de tangaj pură		2
C.14 Dinamica laterală liniarizată. - Transformata Laplace pentru mișcarea laterală. Funcții de transfer pentru mărimi de intrare de tip impuls și treaptă. - Ruliul olandez. Modul aperiodic rapid. - Aproximare de raliu - Aproximare de spirală - Aproximarea prin ruliului olandez		2

- Mișcare pură de ruliu - Mișcare pură de rotație - Cuplare longitudinală-laterală - Efecte neliniare. Instabilități longitudinale și laterale.		
Total ore curs		28
Bibliografie 1. ANDERSON John D. Jr. – Aircraft Performance and Design, McGraw-Hill, 1999 2. ETKIN B., Dynamics of Atmospheric Flight, Wiley Publications, 1996 3. GRIGORE I., Mecanica zborului avionului, Ed.ATM, 1978 4. HULL D.G., Fundamentals of Airplane Flight Mechanics, 2007 5. KERMODE AC, Mechanics of Flight, Pearson Prentice Hall, 12th ed, 2012 6. LELAND M.N., Fundamental of aircraft design, Univ. of Dayton, Ohio, 1975 7. MEGSON, THG - Aircraft Structures for engineering students, Elsevier, 2007 8. NIȚĂ M., Avioane și rachete. Concepte de proiectare, Ed.Militară, 1985 9. SADRAEY M., Aircraft Design: A Systems Engineering Approach, Wiley Publications, 2012 10. YECHOUT Thomas R., Introduction to Aircraft Flight Mechanics, AIAA Series, 2003		

8.2 Laborator	Metode de desfășurare	Observații
L.1 Determinarea caracteristicilor și aerodinamice ale suprafețelor aerodinamice. Utilizarea datelor obținute în tunelul aerodinamic, interpolarea lor în MATLAB, trasarea polarelor.	<i>Laboratoarele și seminariile se desfășoară în U03M2, urmărindu-se dezvoltarea și verificarea cunoștințelor studenților, modul de exprimare și utilizare a noțiunilor privind dinamica zborului aeronavelor. Pentru însușirea ritmică și aprofundată a cunoștințelor și deprinderilor se va cere studenților elaborarea unei teme de casă în care să folosească cunoștințele teoretice și aplicative acumulate la acest curs.</i>	2
L.2 Aplicații numerice pentru matrici de rotație. Derminarea axei Euler și a unghiului de rotație principal.		2
L.3 Realizarea unui model numeric al atmosferei standard în MATLAB.		2
L.4 Rezolvarea analitică, modelarea și simularea problemelor specifice zborului permanent – zborul orizontal, rectiliniu și uniform.		2
L.5 Rezolvarea analitică, modelarea și simularea problemelor de stabilitate statică longitudinală.		2
L.6 Rezolvarea analitică, modelarea și simularea problemelor problemelor de stabilitate statică laterală.		2
L.7 Rezolvarea analitică, modelarea și simularea problemelor specifice problemelor de stabilitate dinamică.		2
		14
Bibliografie 1. ANDERSON John D. Jr. – Aircraft Performance and Design, McGraw-Hill, 1999 2. ETKIN B., Dynamics of Atmospheric Flight, Wiley Publications, 1996 3. GRIGORE I., Mecanica zborului avionului, Ed.ATM, 1978 4. HULL D.G., Fundamentals of Airplane Flight Mechanics, 2007 5. KERMODE AC, Mechanics of Flight, Pearson Prentice Hall, 12th ed, 2012 6. LELAND M.N., Fundamental of aircraft design, Univ. of Dayton, Ohio, 1975 7. MEGSON, THG - Aircraft Structures for engineering students, Elsevier, 2007 8. NIȚĂ M., Avioane și rachete. Concepte de proiectare, Ed.Militară, 1985 9. SADRAEY M., Aircraft Design: A Systems Engineering Approach, Wiley Publications, 2012 10. YECHOUT Thomas R., Introduction to Aircraft Flight Mechanics, AIAA Series, 2003 11. Warren F. PHILLIPS, Mechanics of Flight, John Wiley & Sons, Inc, 2004 12. COOK M.V., Flight Dynamics Principles, Elsevier Ltd, 1997 13. STENGEL Robert F. , Flight Dynamics, 2nd, Princeton University Press, 2022		

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului

Disciplina a fost introdusă conform standardelor naționale din domeniul de studii „Inginerie aerospațială”.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Evaluare sumativă Curs/Laborator	- Nivelul cunoștințelor de terminologie, relații de bază și concepte despre dinamica zborului avioanelor, inclusiv noțiuni fundamentale despre aerodinamica zborului avioanelor și mecanica corpurilor solide. - Abordarea teoretică corectă a problematicei dinamicii zborului aeronavelor, cu descrierea clară și concisă, verbal și în scris. - Rezolvarea corectă a unor aplicații din domeniul dinamicii zborului aeronavelor. - Participare activă intelectual la toate activitățile didactice ale disciplinei.	Nota acordată la examenul scris se obține ca medie aritmetică a notelor acordate la fiecare dintre subiecte. Pentru fiecare subiect se acordă 1 punct din oficiu în baremul de corectare. Forma de verificare scrisă se desfășoară în sesiunea de examene, programat, de comun acord cu grupa de studenți. Nota acordată la examinarea finală reprezintă media ponderată dintre nota la examenul scris și cea la tema de casă. Evaluarea sumativă se face prin examen scris la final de semestru, în sesiunea de examene, programat de comun acord cu grupa de studenți. Evaluarea sumativă constă într-o probă de analiză a unor teme teoretice și de rezolvare de probleme, cu timp de lucru fix. Subiectul de examen va conține 3-5 cerințe de verificare a cunoștințelor, deprinderilor și abilităților (în funcție de complexitate). Punctajul acordat la evaluarea sumativă (ES) este cuprins în intervalul 0 – 10 puncte și se obține pe baza unui barem de corectare stabilit pentru fiecare cerință a subiectului în funcție de dificultatea și complexitatea sa.	(ES) 60%
10.5 Seminar/Laborator	- Rezolvarea corectă a unor aplicații din domeniul dinamicii zborului aeronavelor. - Participare activă intelectual la toate activitățile didactice ale disciplinei.	Evaluarea continuă se realizează pe parcursul semestrului și include rezultatele obținute la teste intermediare, date în timpul semestrului în cadrul orelor de laborator, și a temelor de casă. Testele intermediare sunt propuse și evaluate în timpul semestrului, pe baza unui barem de corectare stabilit pentru fiecare cerință în funcție de dificultatea și complexitatea sa. Temele de casă vor fi primite și predate folosind platforma Teams, cu respectarea indicațiilor. Punctajul acordat la evaluarea continuă (EC) este cuprins în intervalul 0 – 10 puncte și se obține ca o medie aritmetică a rezultatelor testelor intermediare. Notă: Lipsa sau predarea temei de casă după termenul stabilit se notează cu nota 0.	(EC) 40%
Nota finală a disciplinei se calculează folosind relația: $NFD = 0.6 * ES + 0.4 * EC$			
Observații: În caz de neprezentare la evaluarea sumativă, nota finală a disciplinei va fi nota 0 (NFD = 0).			

- În caz de fraudă (inclusiv tentativă), nota finală a disciplinei va fi nota 1 (NFD = 1). - În caz de predare a subiectului de examen, nota finală a disciplinei va fi nota 2 (NFD = 2). - În cazul în care pentru NFD calculat rezultă o valoare mai mică sau egală cu 2, nota finală a disciplinei va fi nota 3 (NFD = 3). - Lipsa unor cunoștințe fundamentale și/sau un limbaj tehnic sub nivelul minim acceptabil, cu confuzii și erori grosolane, conduc la anularea punctelor din barem obținute.	
În caz de re-examinare: - În caz de re-examinare pe motiv de disciplină nepromovată, se poate re-evalua doar componenta sumativă (ESR). Testele intermediare din timpul semestrului NU pot fi repetate, rezultatele obținute în timpul semestrului (EC) fiind menținute. Nota finală a disciplinei la re-evaluare în acest caz se calculează folosind relația: NFD = 0.6 * ESR + 0.4 * EC - În caz de re-examinare în vederea măririi notei, re-examinarea se face printr-o singură evaluare sumativă (ESR) care va avea pondere 100%: NFD = ESR - În caz de examinare ca urmare a participării studentului într-o mobilitate Erasmus+ (sau ca urmare a faptului că studentul s-a aflat într-o situație specială perfect justificată) ce nu a permis evaluarea studentului pe parcursul semestrului, examinarea se face printr-o singură evaluare sumativă (ES) care va avea pondere 100%: NFD = ES	
10.6 Standard minim de performanță	
Cerințe minime de promovare (pentru nota 5): - Studentul obține minim nota 5.00 conform barem, atât la evaluarea sumativă (ES) cât și la cea continuă (EC).	
Cele 2 unități de credit se acordă pentru promovarea disciplinei cu cel puțin nota cinci ($NFD \geq 5.00$).	

Data completării: 19.09.2025

Data avizării în Departamentul B-2: 24.09.2025

Data avizării în Consiliul Facultății B: 25.09.2025

Titular de curs

Cdor.conf.univ.dr.ing.

Ciprian LARCO

Titular de seminar și laborator

Cdor.conf.univ.dr.ing.

Ciprian LARCO

Director Departament B-2

Cdor.conf.univ.dr.ing.

Ciprian LARCO