

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра аерогідродинаміки (№ 101)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

Михайло ОРЛОВСЬКИЙ

(ім'я та прізвище)

«02» вересня 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Аеродинаміка літального апарату

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань:

27 «Транспорт»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність:

272 «Авіаційний транспорт»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і
авіадвигунів»

(найменування освітньої програми)

Форма навчання : денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2024 рік

Розробник: доцент каф.101,к.т.н.,доцент Михайло РЕПЕТЕНКО
(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я прізвище.)



(підпис)

Робочу програму навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри
(№101) Аерогідродинаміки

(назва кафедри)

Протокол № 1 від 3/серпня 2024 р.

Завідувач кафедри

(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Олексій ТРЕТЯК
(ініціали та прізвище)

1.Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>27 «Транспорт»</u> (шифр ф найменування) Спеціальність <u>272 «Авіаційний транспорт»</u> (код і найменування) Освітня програма <u>«Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів»</u> (найменування) Рівень вищої освіти: <u>Перший (бакалаврський)</u>	<i>Обов'язкова/Вибіркова</i>
Кількість модулів - 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів - 2		2024-2025
Індивідуальне завдання РГР(РР) «Закономірності вихрового руху газового потоку»» (назва)		Семестр
Загальна кількість годин - 64/105		6-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання аудиторних – 4 самостійної роботи студента -2,56		Лекції*
		32 години
		Практичні, семінарські*
		16 годин
		Лабораторні*
		16 годин
		Самостійна робота
		41 годин
		Вид контролю
		модульний контроль, іспит (залік)

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
64/41

*Аудиторне навчання може бути зменшено або збільшено на одну годину залежно від розкладу занять

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни: дати студентам знання основних законів аеродинаміки, ролі й місця теоретичних та експериментальних досліджень, обчислювального експерименту, вплив аеродинаміки на формування зовнішнього вигляду літального апарату (ЛА), перспектив розвитку аеродинаміки.

Завдання вивчення дисципліни: дати студентам знання методів розрахунку аеродинамічних характеристик ЛА та їхніх елементів, вміння аналізувати особливості аеродинамічного компонування і аеродинамічних характеристик літаків та вертольотів.

Компетентності, які набуваються: здатність розв'язувати складні спеціалізовані та практичні задачі, пов'язані з обслуговуванням, авіаційної техніки, що передбачає застосування теорій та методів фізики, математики та інженерних наук, і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Очікувані результати навчання: Пояснювати вплив конструктивних параметрів елементів авіаційної техніки на її льотно-технічні характеристики. Мати уявлення про методи забезпечення стійкості та керованості авіаційної техніки.

Пререквізити: «Вища математика», «Фізика», «Термодинаміка і теплообмін», «Теоретична механіка», «Аерогідродинаміка», «Гідравліка».

Корективіти: «Аерогідродинаміка», «Аерогідродинаміка ЛА», «Динаміка польоту», «Системи управління літальних апаратів», «Теорія авіаційних двигунів».

Постреквіти: «Конструкція і міцність літальних апаратів», «Відновлення авіаційної техніки».

3.Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовний модуль №1 Основні положення Аеродинаміки ЛА

Тема №1. Принципи польоту ЛА, види і типи ПС. Будова атмосфери землі.

Принципи польоту ЛА, види і типи ПС. Будова атмосфери Землі, її основні фізичні параметри.

Тема №2. Рівняння стану і нерозривності потоку газу.

Рівняння стану середовища і взаємозалежність фізичних параметрів потоку. Рівняння нерозривності потоку, що рухається (Рівняння Л. Ейлера). Рівняння збереження енергії рухомого газового потоку. Рівняння балансу енергії рухомого потоку (рівняння Д. Бернуллі). Практичне використання основних рівнянь аеродинаміки.

Тема №3. Поняття про потік газів, види руху та його властивості.

Поняття про потік газу. Прямолінійний рівномірний рух газів. Поняття про обертальний рух газу.

Тема № 4. Закономірності вихрового руху газового потоку. теорема М. Є. Жуковського про підйомну силу крила. сили тертя в примежовому шарі, способи керування шаром. хвильовий відрив в примежовому шарі.

Закономірності вихрової течії. Моделювання несучої поверхні приєднаними вихорами. Теорема М. Є. Жуковського про підйомну силу крила. Фізична сутність газодинамічних особливостей, моделювання особливостями течії газів. Структура в'язкого потоку в примежовому шарі. Фізична сутність відриву потоку в примежовому шарі. Сутність в'язкої кризи при обтіканні. Фізична сутність хвильового відриву в примежовому шарі.

Модульний контроль

Змістовний модуль №2 Аеродинамічні характеристики ЛА

Тема №5. Призначення і форми несучих поверхонь, геометричні характеристики профілю крила.

Призначення і форми несучих поверхонь літальних апаратів. Геометричні характеристики профілю і несучих поверхонь. Поняття про середню аеродинамічну хорду крила. Системи координат, які використовуються в аеродинаміці.

Тема №6. Поняття про аеродинамічну якість, полярні діаграма I і II роду.

Сутність і особливості побудови графіків аеродинамічного якості профілю крила і полярної діаграми I роду. Вплив стисливості середовища на аеродинамічні властивості профілю і полярну I роду. Поняття про підсмоктувальну силу профілю і полярну II роду, особливості її побудови .

Тема №7. Призначення, класифікація, види і основні елементи НГ вертольоту.

Основні відомості про НГ вертольоту: призначення, класифікація і його основні елементи. Геометричні характеристики і кінематичні параметри НГ. Основні режими роботи НГ. Критичні режими обтікання лопатей НГ вертольоту.

Тема №8. Основи аеродинаміки гіперзвукових швидкостей.

особливості гіперзвукових течій. Визначення параметрів потоку за стрибком ущільнення з урахуванням реальних властивостей газу. Гіперзвукова теорія малих збурень. Приближена теорія Ньютона. Метод місцевих конусів (клиньов). Аеродинамічні характеристики затуплених тіл у гіперзвуковому потоці. Наближене визначення аеродинамічних характеристик затуплених тіл.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	усього	У тому числі			
		Л	П	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль №1 Основні положення Аеродинаміки ЛА					
Тема №1. Принципи польоту ЛА, види і типи ПС. Будова атмосфери землі.	7	2	2	-	3
Тема №2. Рівняння стану і нерозривності потоку газу.	12	6	2	-	4
Тема №3. Поняття про потік газів, види руху та його властивості.	14	4	2	4	4
Тема № 4. Закономірності вихрового руху газового потоку. теорема М. Є. Жуковського про підйомну силу крила. сили тертя в примежовому шарі, способи керування шаром. хвильовий відрив в примежовому шарі.	16	6	2	4	4
Модульний контроль № 1	2				2
Разом за змістовим модулем 1	51	18	8	8	17
Змістовий модуль 2. Аеродинамічні характеристики ЛА					
Тема 5. Призначення і форми несучих поверхонь, геометричні характеристики профілю крила.	12	4	2	4	2
Тема 6. Поняття про аеродинамічну якість, полярні діаграма I і II роду.	16	4	4	4	4
Тема №7. Призначення, класифікація, види і основні елементи НГ вертольоту.	6	2	2		2
Тема №8. Основи аеродинаміки гіперзвукових швидкостей.	12	4			8
Модульний контроль №2	4				4
Разом за змістовим модулем 2	50	14	8	8	20
Усього годин	101	32	16	16	37
Модуль 2					
РГР(РР)	4				4
Усього годин	105	32	16	16	41

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
	Не передбачено	
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема №1. Принципи польоту ЛА, види і типи ПС. Будова атмосфери землі.	2
2	Тема №2. Рівняння стану і нерозривності потоку газу.	2
3	Тема №3. Поняття про потік газів, види руху та його властивості.	2
4	Тема № 4. Закономірності вихрового руху газового потоку. теорема М. Є. Жуковського про підйомну силу крила. сили тертя в примежовому шарі, способи керування шаром. хвильовий відрив в примежовому шарі.	2
5	Тема 5. Призначення і форми несучих поверхонь, геометричні характеристики профілю крила.	2
6	Тема 6. Поняття про аеродинамічну якість, полярні діаграма I і II роду.	4
7	Тема №7. Призначення, класифікація, види і основні елементи НГ вертольоту.	2
	Разом	16

7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Градуювання мікроманометру	4
2	Градуювання приймача повітряного тиску	4
3	Визначення коефіцієнта поля швидкісних напорів в робочій частині аеродинамічної труби	4
4	Візуальні методи дослідження обтікання моделей у аеродинамічній трубі	4
	Разом	16

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема №1. Принципи польоту ЛА, види і типи ПС. Будова атмосфери землі.	3
2	Тема №2. Рівняння стану і нерозривності потоку газу.	4
3	Тема №3. Поняття про потік газів, види руху та його властивості.	4
4	Тема № 4. Закономірності вихрового руху газового потоку. теорема М. Є. Жуковського про підйомну силу крила. сили тертя в примежовому шарі, способи керування шаром. хвильовий відрив в примежовому шарі.	4
5	Модульний контроль № 1	2
6	Тема 5. Призначення і форми несучих поверхонь, геометричні характеристики профілю крила.	2
7	Тема 6. Поняття про аеродинамічну якість, полярні діаграма I і II роду.	4
8	Тема №7. Призначення, класифікація, види і основні елементи НГ вертольоту.	2
9	Тема №8. Основи аеродинаміки гіперзвукових швидкостей.	8
10	Модульний контроль №2	4
11	РГР(РР)	4
	Разом	41

9. Індивідуальні завдання

Для денної форми навчання - розрахункова робота на тему «Закономірності вихрового руху газового потоку». Оцінка за роботу виставляється згідно «Критеріїв оцінювання з дисципліни», максимальна кількість балів у рейтинговій оцінці з дисципліни - 5 балів.

10. Методи навчання

Проведення аудиторних занять (лекцій, практичних та лабораторних робіт), консультацій (за необхідністю), самостійна робота студентів з матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), навчальними посібниками та підручниками.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю (проводиться на заняттях, відведених на практичні або лабораторні роботи), фінальний контроль у вигляді іспиту/заліку.

12 Розподіл балів, які отримують студенти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...2,5	(10)	0...25
Модульний контроль		1	0...25
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...2	(10)	0...20
Виконання і захист РГР (РР, РК)	0...5		0...5
Модульний контроль		1	0...25
Усього за семестр			0...100

Білет для іспиту/заліку складається з 2 теоретичних запитань, та однієї задачі. За повну правильну відповідь за кожне теоретичне запитання студент отримує по 33 бали, за задачу - 34 бали (сума – 100 балів). Можливе проведення іспиту/заліку в формі тестування.

Під час складання семестрового іспиту (заліку) здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Форма проведення модульного контролю - письмова, заліку - комбінована (письмово-усна). Поточний, модульний та семестровий контроль може проводитися у вигляді тестування із застосуванням інтернеттехнологій.

Під час складання модульного контролю студент має можливість отримати максимум 25 балів. Білет для модуля складається з 3 запитань. За повну правильну відповідь на два перших запитання студент отримує по 8 балів. За повну правильну відповідь на останнє запитання - 9 балів.

Семестровий контроль іспит (залік) проводиться у разі, якщо студент, набрав недостатню кількість балів, або незадоволений балами, отриманими при поточному і модульному контролі, та за наявності допуску до заліку. Для отримання допуску до заліку студент повинен надати звіти з усіх лабораторних/практичних робіт та з розрахункової роботи.

При складанні семестрового заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів. Білет для заліку складається з 3-х теоретичних запитань, максимальна кількість балів за два перших питання 33 бали, за третє - 34 бали.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60...74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та домашні завдання. Вміти самостійно аналізувати аеродинамічні властивості літальних апаратів та їхніх елементів.

Добре (75...89). Мати тверді знання, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти пояснювати основні закони аеромеханіки; методи розрахунку аеродинамічних характеристик ЛА та їхніх елементів, проводити аеродинамічний розрахунок ЛА.

Відмінно (90...100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Досконально знати основні закони аеромеханіки; методи розрахунку аеродинамічних характеристик ЛА та їхніх елементів; аеродинамічне конструювання і аеродинамічні характеристики літальних апаратів. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Проводити аеродинамічний розрахунок ЛА; використовувати технічну документацію, розрахункові та експериментальні дані для аналізу аеродинамічних властивостей літальних апаратів.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 - 100	Відмінно	Зараховано
75-89	Добре	
60-74	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Аеродинаміка літального апарату [Текст]: конспект з курсу О.В.Третьак, М.В.Репетенко, Д.В.Громенко. Х: Нац.аерокосм.ун-т ім.М.Є.Жуковського «Харк.авіац. ін.-т», 2023-122с.
2. Аеродинаміка літальних апаратів. / С.М. Єрьоменко - Х: Нац. аерокосмічний ун-т "ХАІ", 2019.-384 с.
3. Експериментальна аеродинаміка: навч. посібник з лабораторного практикуму / П. Н. Соляник, М. Л. Сургайло, В. В. Чмовж. - Х.: Нац. аерокосмічний ун-т "ХАІ", 2007. – 96 с.

14.Рекомендована література

Базова

1. Аеродинаміка літальних апаратів: навчальний посібник /О.О. Бурсала. А. Г. Зінченко, Є. Ю. Іленко, І. Б. Ковтонюк, А. Л. Сушко – Х.: ХУПС, 2015. -333 .: іл.
2. Котельніков Г.Н., Мамлюк О.В., Аеродинаміка літальних апаратів. Підручник. - К.: Вища школа, 2012.
3. Лебідь В. Г., Миргород Ю. І., Аерогідрогазодинаміка. Підручник. Х.: ХУПС, 2016. – 350 с.

Допоміжна

1. ДСТУ 22499 - 77. Апарати винтокрилі. Механіка польоту в атмосфері. Терміни. Визначення і літерні позначення. Видавництво стандартів, 1981.
2. ДСТУ 20058 - 80. Динаміка літальних апаратів в атмосфері. Терміни. Визначення і літерні позначення. Видавництво стандартів, 1976
3. ДСТУ 221890 - 76. Фюзеляж, крила і оперіння літаків і вертольотів. Терміни. Визначення і літерні позначення. Видавництво стандартів, 1976.

15. Інформаційні ресурси

<https://library.khai.edu>