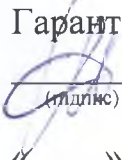


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра аерогідродинаміки_ (№ 101)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми
 Юрій ШЕПЕТОВ
(підпис) (ініціали та прізвище)

«___» _____ 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Гідрогазодинаміка
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: **14 «Електрична інженерія»**
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: **141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»**
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Енергетичний менеджмент та енергоефективність»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Розробник: Марія СУРГАЙЛО, доцент каф. 101, к.т.н.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри аерогідродинаміки

(назва кафедри)

Протокол № 21/22-02_____ від «28» 08 2021 р.

Завідувач кафедри к.т.н. _____

(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Сергій ЄРЬОМЕНКО

(ініціали та прізвище)

Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5	Галузь знань: <u>14 «Електрична інженерія»</u> (шифр і найменування) Спеціальність: <u>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</u> (код і найменування) Освітня програма: <u>«Енергетичний менеджмент та енергоефективність»</u> (найменування) Рівень вищої освіти: <u>перший (бакалаврський)</u>	Обов'язкова/Вибіркова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2021/2022
Індивідуальне завдання «Аналіз аеродинамічних характеристик профіля крила» (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 80/ 150		5-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи студента – 4		Лекції*
		48 годин
		Практичні, семінарські*
		годин
		Лабораторні*
	32 годин	
	Самостійна робота	
70 годин		
Вид контролю		
модульний контроль, іспит		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

80 / 70.

*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Гідрогазодинаміка» є отримати знання в галузі вивчення й розрахунку аеродинамічних характеристик тіл, що обтікаються, що буде затребуване при моделюванні, оптимізації та аналізі режимів роботи систем і комплексів, що використовують традиційні та відновлювальні джерела енергії, дозволить підвищити їх ефективність.

Основними **завданнями вивчення** дисципліни «Гідрогазодинаміка» є отримати основи знань про фізичні властивості рідин і газів; закони збереження в механіці рідини і газу; природу виникнення аеродинамічних сил і моментів; основні характеристики профілю крила (лопати), що допоможе при вивченні принципів роботи вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.
- Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

Очікувані результати навчання: знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок.

Пререквізити: «Основи нетрадиційної енергетики (вступ до фаху)», «Вища математика», «Фізика», «Технічна термодинаміка».

Кореквізити: «Перетворювачі енергії», «Лопатеві агрегати в енергоустановках», «Проектування вітроагрегатів», «Розрахунки на міцність елементів нетрадиційних енергоустановок» та ін.

2. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Фізико-механічні властивості рідин і газів

Щільність і питома вага. В'язкість. Стисливість. Температурне розширення. Швидкість звуку.

Тема 2. Кінематика рідини і газу.

Методи дослідження руху рідини. Рівняння нерозривності. Рівняння витрати. Вихровий рух рідини. Перша теорема Гельмгольца про вихори. Теорема Стокса. Основи теорії потенційних течій. Метод накладення потенційних течій. Безциркуляційне обтікання кругового циліндра прямолінійно-поступальним потоком. Циркуляційне обтікання кругового циліндра.

Тема 3. Динаміка рідини і газу.

Диференціальні рівняння руху ідеальної рідини у формі Ейлера. Рівняння Бернуллі для ідеальної рідини. Рівняння Бернуллі для потоку реальної рідини. Рівняння Нав'є-Стокса. Повна система рівнянь руху. Початкові і граничні умови.

Тема 4. Пограничний шар.

Пограничний шар і його структура. Положення точки переходу ламінарного пограничного шару в турбулентний. Тертя у пограничному шарі. Вплив градієнта тиску на пограничний шар. Зрив потоку при обтіканні тіла і фактори, які визначають його. В'язка криза при відривному обтіканні тіл.

Змістовий модуль 2.

Тема 5. Тонкий профіль в нестискуваному потоці газу.

Метод особливостей. Геометричні параметри профілю. Аеродинамічні сили і моменти. Коефіцієнти аеродинамічних сил і моментів.

Тема 6. Тонкий профіль в дозвуковому потоці газу.

Основні рівняння плоского потоку стисливого газу. Рівняння для потенціалу швидкості. Метод малих обурень. Аеродинамічні характеристики тонкого профілю в дозвуковому потоці газу.

Тема 7. Основні положення експериментальної аеродинаміки.

Аеродинамічна подібність. Критерії подібності. Основні системи координат. Коефіцієнти аеродинамічних сил і моментів, способи їх зображення на діаграмах.

Тема 8. Одновимірні течії ідеального газу.

Рівняння енергії для струменя газу. Основні співвідношення для одновимірних ізентропічних течій газу. Залежність між швидкістю течії газу і формою струменя. Питома витрата газу.

4. Структура навчальної дисципліни

Денна форма

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1.						
Тема 1. Фізико-механічні властивості рідин і газів	10	4		2		4
Тема 2. Кінематика рідини і газу.	20	8		4		8
Тема 3. Динаміка рідини і газу.	26	8		10		8
Тема 4. Пограничний шар	16	4		4		8
Модульний контроль №1	2			2		
Разом за змістовим модулем 1	74	24		22		28
Усього годин	74	24		22		28

Модуль 2.						
Змістовий модуль 2.						
Тема 5. Тонкий профіль в нестискуваному потоці газу.	22	6		2		14
Тема 6. Тонкий профіль в дозвуковому потоці газу.	20	6		4		10
Тема 7. Основні положення експериментальної аеродинаміки.	20	8		2		10
Тема 8. Одновимірні течії ідеального газу.	12	4				8
Модульний контроль №2				2		
Разом за змістовим модулем 2	76	24		10		42
Усього годин	150	48		32		70
Індивідуальне завдання (РР)			-	-	15	-
Іспит						
Усього годин	150	48		32	15	70

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Фізико-механічні властивості рідин і газів	2
2	Основи кінематики рідини і газу	2
3	Потенціальні течії	2
4	Основні рівняння гідродинаміки.	2
5	Застосування рівняння Бернуллі в техніці.	2
6	Визначення питомої енергії потоку рідини.	2
7	Шляхові втрати енергії	2
8	Місцеві гідравлічні опори	2
	Модуль №1	2
9	Визначення параметрів прикордонного шару на плоскій пластині.	2
10	Визначення коефіцієнта лобового опору кулі і початкової міри турбулентності потоку	2
11	Тонкий профіль в нестискуваному потоці газу	2
12	Визначення місцевого тиску і їх розподіл по поверхні профілю крила	2
13	Тонкий профіль в дозвуковому потоці газу	2
14	Визначення аеродинамічних характеристик моделі крила ваговим методом	2
	Модуль №2	
	Разом	32

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Фізико-механічні властивості рідин і газів	4
2	Тема 2. Кінематика рідини і газу.	8
3	Тема 3. Динаміка рідини і газу.	8
4	Тема 4. Пограничний шар	8
5	Тема 5. Тонкий профіль в нестискуваному потоці газу.	14
6	Тема 6. Тонкий профіль в дозвуковому потоці газу.	10
7	Тема 7. Основні положення експериментальної аеродинаміки	10
8	Тема 8. Одновимірні течії ідеального газу.	8
	Разом	70

9. Індивідуальні завдання

Розрахункова робота (15 год.) за темою «Аналіз аеродинамічних характеристик профіля крила»

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), та підручниками.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0	24	
Виконання і захист лабораторних робіт	0...4	6	0...24
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Змістовний модуль 2			
РР	0...16	1	0...16
Виконання і захист лабораторних робіт	0...4	5	0...20
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Усього за семестр			0...100

Білет на кожний модуль складається з 2 теоретичних запитань, та однієї задачі. За повну правильну відповідь на кожне теоретичне запитання студент може отримати по 7 балів, за правильно вирішену задачу – 6 балів. В період карантинних обмежень модуль може складатися в формі тестування.

Семестровий контроль (іспит) проводиться в комбінованій формі (письмово-усній) у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту 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. В період карантинних обмежень іспит може складатися в формі тестування.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- фізичні властивості рідин і газів;

- закони збереження в механіці рідини і газу;
- природу виникнення аеродинамічних сил і моментів;
- основні характеристики профілю крила (лопаті).

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- використовувати закони збереження в рішенні прикладних завдань гідрогазодинаміки;
- розраховувати аеродинамічні характеристики профілю крила (лопаті).

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати усі лабораторні заняття, виконати РР. Мати загальну уяву про фізичні властивості рідин і газів; закони збереження в механіці рідини і газу; природу виникнення аеродинамічних сил і моментів; основні характеристики профілю крила (лопаті), орієнтуватися у темах лекційного матеріалу.

Добре (75-89). Вільно володіти лекційним матеріалом. Виконати та належним чином оформити усі лабораторні роботи та РР.

Відмінно (90-100). В повному обсязі володіти лекційним та додатковим матеріалом. Виконати та належно оформити усі лабораторні роботи та РР. Вміти аналізувати та робити висновки з отриманих результатів.

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. Аэрогидродинамика. Ч. 1 / В.В. Чмовж. – Конспект лекций. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2006. – 193 с.
2. Экспериментальная аэродинамика / П.Н. Соляник, М.Л. Сургайло, В.В. Чмовж. – Учеб. пособие по лабораторному практикуму. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2007. – 96 с.
3. Грайворонський В.А. Гідравліка. (Збірник завдань). – Харків: ХАІ, 2000. – 75 с.
4. Баєв Б.С., Грайворонський В.А. Гідравліка. (Навчальний посібник до лабораторного практикуму). – Харків: ХАІ, 1998. – 50 с.
5. Аэродинамика летательных аппаратов [Текст] : учеб. пособие / С. М. Ерёменко; Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьков. авиац. ун-т". - Харьков : ХАИ, 2019. - 383 с. : рис. - Библиогр.: с. 377.

14. Рекомендована література

Базова

1. Аржаников Н.С., Мальцев В.Н. Аэродинамика. – 2-е изд. – М.:Оборонгиз, 1956. – 483 с.
2. Аэрогидромеханика: Учебник для авиационных специальностей вузов / А.М. Мхитарян, В.В. Ушаков, А.Г. Баскакова, В.Д. Трубенюк; Под общ. ред. А.М. Мхитаряна. – М.: Машиностроение, 1984. – 352 с.
3. Альтман Е. І. Гідрогазодинаміка [Посібник для практичних занять та самостійної роботи студентів] / Е. І. Альтман, І. Л. Большаков, Ю. Д. Кожелупенко. – Одеса, 2008. – 150 с.

Допоміжна

1. Мельников А.П. Основы теоретической аэродинамики. – Л.: ЛКВВИА, 1953. – 823 с.
2. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В., Теоретическая гидромеханика: В 2 т. – М.: Гостехиздат, 1947. – Т.1. – 536 с.
3. Альбом течений жидкости и газа: пер. с англ. / сост. М. Ван-Дайк. – М.: Мир, 1986. – 184 с.
4. Сборник задач по аэродинамике/ Под ред. А.П. Мельникова. – Л.: ЛКВВИА, 1956. – 126 с.
5. Надеждин Ф.В. Задачник по экспериментальной аэродинамике / Ф.В. Надеждин, Н.Д. Левчук; Под ред. Б.Н. Юрьева. – М.: Оборонгиз НКАП, 1945. – 168 с.
6. Завойко Б. М. Технічна механіка рідин і газів: основні теоретичні положення та задачі [Навч.пос. для студентів інженерно-технічних спеціальностей] / Б.М. Завойко, Н. П. Лещій. – Львів: Новий світ-2000”, 2004. – 119 с.
7. Константинов Ю. М. Технічна механіка рідини і газу [Підручник] / Ю. М. Константинов, О. О. Гіжа. – К.: Вища школа, 2002. – 277 с.