

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

Національний університет «Запорізька політехніка»

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра Двигунів внутрішнього згорання

(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Ректор (перший проректор)

18.09 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ППВ04 Основи аерогідрогазової динаміки систем літальних апаратів

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність _____

173 Авіоніка,

(код і назва спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Електротехнічні комплекси та системи літальних апаратів

(назва спеціалізації)

інститут, факультет Фізико-технічний інститут, Електротехнічний факультет

(назва інституту, факультету)

мова навчання українська

Робоча програма Основи аерогідрогазової динаміки систем літальних апаратів
(назва навчальної дисципліни)
для студентів спеціальності 173 – Авіоніка
освітня програма (спеціалізація) Електротехнічні комплекси та системи літальних апаратів
(назва освітньої програми (спеціалізації))
„___” _____ 2020 року - ___ с.

Розробники: Беженів С.О., доцент кафедри двигуни внутрішнього згорання,
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)
к.т.н., доцент

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри Двигуни внутрішнього згорання
Протокол від “___” _____ 2020 року №___
Завідувач кафедри Двигуни внутрішнього згорання
(найменування кафедри)

«___» _____ 20____ року _____ (Слинько Г.І.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією _____ ЕТФ _____ факультету
Електротехнічний
(найменування факультету)

Протокол від “17___” вересня _____ 2020 року №___ 1_

« 17 » вересня 20 20 року Голова _____ (Антонов М.Л.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми*

«___» _____ 20____ року Керівник групи _____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

*Якщо дисципліна викладається невипусковою кафедрою

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань: 17 Електроніка та телекомунікації <hr/> Спеціальність: 173 – Авіоніка <hr/> Освітня програма : Електричні комплекси та системи літальних апаратів <hr/> <hr/> <hr/> Освітній ступінь: бакалавр	Вибіркова	
Модулів – 1		Рік підготовки: 3-й 3-й	
Змістових модулів – 6		Семестр: 6-й 6-й	
Індивідуальне науково-дослідне завдання		Лекції: 28 год. 6 год.	
— (назва)		Практичні, семінарські: — —	
Загальна кількість годин – 150		Лабораторні: 28 год. 6 год.	
Тижневих годин для денної форми навчання:		Самостійна робота: 79 год. 123 год.	
аудиторних – 4,0		Індивідуальні завдання: 15 год. 15 год.	
самостійної роботи студента – 6,7		Вид контролю: іспит іспит	

Примітка. Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 37,3 % до 62,7 %;
 для заочної форми навчання – 8,0 % до 92,0 %.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни “Основи аерогідрогазової динаміки систем літальних апаратів” є формування у студентів базових теоретичних знань і практичних навичок розв’язання задач класичної гідромеханіки та газової динаміки для оцінювання аеродинамічних характеристик літальних апаратів різного функціонального призначення.

Основними завданнями вивчення дисципліни “Основи аерогідрогазової динаміки систем літальних апаратів” є опанування методами застосування фундаментальних законів рівноваги та руху рідкого середовища (як нестисливого, так і стисливого), до розв’язання практичних задач, щодо забезпечення заданих режимів роботи та автоматичного керування польотними характеристиками пілотованих та безпілотованих літальних апаратів. Вивчення цієї дисципліни є

необхідною складовою частиною підготовки фахівців, що забезпечуватимуть функціонування комплексів та систем літальних апаратів різного функціонального призначення, зокрема керування польотними характеристиками пілотованих та безпілотних літальних апаратів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати

загальні компетентності:

- ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації.
- ЗК3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- ЗК4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

- ФК4. Здатність до аналізу та синтезу систем керування літальних апаратів.
- ФК5. Здатність розробляти авіоніку літальних апаратів та системи наземних комплексів із використанням інформаційних технологій.
- ФК6. Здатність математично описувати і моделювати фізичні процеси в системах керування літальних апаратів.
- ФК10. Здатність обґрунтовувати прийняті рішення, ефективно працювати автономно та у складі колективу.

очікувані програмні результати навчання:

- РН 2 Автономно отримувати нові знання в своїй предметній та суміжних областях з різних джерел для ефективного розв'язання спеціалізованих задач професійної діяльності;
- РН 4 Розуміти стан і перспективи розвитку предметної області;
- РН 6 Критично осмислювати основні теорії, принципи, методи і поняття у професійній діяльності;
- РН 14 Застосовувати сучасні інформаційні технології для забезпечення функціонування літальних апаратів та наземних комплексів;
- РН 15 Розробляти математичні моделі літальних апаратів як об'єктів керування.

3. Програма навчальної дисципліни

3.1 Перший блок змістових модулів

Змістовий модуль 1. Гідростатика. Основні закони та рівняння гідродинаміки

суцільність середовища, постулат Даламбера-Ейлера;
 основні властивості рідин та газів; гідростатичний тиск та його властивості;
 абсолютна рівновага нестисливої рідини (газу), міжнародна стандартна атмосфера;

струминна модель потоку; диференціальні рівняння Нав'є-Стокса та Ейлера; рівняння нерозривності, рівняння кількості руху, рівняння Бернуллі; кавітація; потоки скінчених розмірів, коефіцієнти Коріоліса та Буссінеска; досліди Рейнольдса: ламінарна та турбулентна течія рідини; гідравлічні втрати на тертя; закони опору гладеньких та шорстких труб. теорема Борда, формула Вейсбаха, типи місцевих опорів; гідравлічні розрахунки: види задач, характеристика трубопроводу.

Змістовий модуль 2. Відкриті термодинамічні системи, одномірні стаціонарні течії газу

види фізичних впливів на газовий потік;
перший закон термодинаміки;
ізоентропійний процес; параметри гальмування;
газодинамічні функції; криза течії та методи її подолання;
специфіка рівнянь газової динаміки для одномірних потоків.

Змістовий модуль 3. Трансформація енергій в елементах двигунів літальних апаратів

максимальна швидкість витікання газу;
звичайне сопло; сопло Лаваля;
витратне, механічне, теплове сопло;
режими роботи сопел;
опір сопла.

3.2 Другий блок змістових модулів

Змістовий модуль 4. Основи теорії приграничного шару

товщина приграничного шару, товщина витискування;
перехід ламінарного шару в турбулентний, критичні числа Рейнольдса;
зривання приграничного шару;
способи керування приграничним шаром.

Змістовий модуль 5. Течія зі стрибками згущень

розповсюдження малих збурень; лінії та кути Маха;
течія Прандтля – Майєра; ударні хвилі та стрибки згущення;
прямий та скісний стрибки згущення та їх основні властивості;
ударні адіабати Пуасона та Гюгонію;
умови входу надзвукового потоку у вхідній пристрій двигуна ЛА.

Змістовий модуль 6. Аеродинамічні характеристики несучих поверхонь при різних швидкостях обтікання

дозвукове обтікання профілю;
аеродинамічні характеристики профілів у надзвуковому потоці;
особливості обтікання тіл гіперзвуковим потоком;
основи аеродинаміки розріджених газів.

4. Структура навчальної дисципліни

Змістові модулі (теми)	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Індивідуальна робота	Самостійна робота		Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Індивідуальна робота	Самостійна робота
змістові модулі, що виносяться на перший рубіжний контроль												
Змістовий модуль 1 Гідростатика. Основні закони та рівняння гідродинаміки	30	6	–	5	–	19	30	1	–	1	–	28
Змістовий модуль 2 Відкриті термодинамічні системи, одномірні стаціонарні течії газу	30	4	–	4	4	18	30	1	–	1	4	24
Змістовий модуль 3 Трансформація енергій в елементах двигунів літальних апаратів	15	4	–	5	4	2	15	1	–	1	4	9
Разом за 1-й блок	75	14	–	14	8	39	75	3	–	3	8	61
Термін проведення I-го рубіжного модульного контролю – 7-й тиждень семестру												
змістові модулі, що виносяться на другий рубіжний контроль												
Змістовий модуль 4 Основи теорії приграничного шару	30	4	–	4	–	22	30	1	–	1	–	28
Змістовий модуль 5 Течія зі стрибками згущень	30	6	–	4	7	13	30	1	–	1	7	21
Змістовий модуль 6 Аеродинамічні характеристики несучих поверхонь при різних швидкостях обтікання	15	4	–	6	–	5	15	1	–	1	–	13
Разом за 2-й блок	75	14	–	14	7	40	75	3	–	3	7	62
Термін проведення II-го рубіжного модульного контролю – 14-й тиждень семестру												
Усього годин	150	28	–	28	15	79	150	6	–	6	15	123

5. Теми семінарських занять

Навчальним планом проведення семінарських занять не передбачено

6. Теми практичних занять

Навчальним планом проведення практичних занять не передбачено

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Прилади для вимірювання тиску	5
2	Визначення закону гідравлічного опору труби	4
3	Способи експериментального визначення температури	5
4	Параметри рухомих середовищ та критерії подібності	4
5	Експериментальне визначення параметрів газової течії	4
6	Дослідження процесу наповнювання газом постійного об'єму	6
	Разом	28

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Гідростатика. Основні закони та рівняння гідродинаміки	19
2	Відкриті термодинамічні системи, одномірні стаціонарні течії газу	18
3	Трансформація енергій в елементах двигунів літальних апаратів	2
4	Основи теорії приграничного шару	22
5	Течія зі стрибками згущень	13
6	Аеродинамічні характеристики несучих поверхонь при різних швидкостях обтікання	5
	Разом	79

9. Індивідуальні завдання (контрольна робота)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок одномірних течій в каналах ТКПРД в стартових умовах	8
2	Газодинамічний розрахунок вхідного пристрою за різних швидкостей польоту	7
	Разом	15

10. Методи навчання

Під час викладання курсу використовуються наступні методи навчання:

- розповідь – для оповідної, описової форми розкриття навчального матеріалу;
- пояснення – для розкриття сутності певного явища, закону, процесу;
- бесіда – для усвідомлення за допомогою діалогу нових явищ, понять;

- ілюстрація – для розкриття предметів і процесів через їх символічне зображення (рисунок, схеми, графіки);
- практична робота – для використання набутих знань у розв’язанні практичних завдань;
- аналітичний метод – уявного (практичного) розкладу цілого на частини з метою вивчення їх суттєвих ознак;
- індуктивний метод – для вивчення явищ від одиничного до загального;
- дедуктивний метод – для вивчення навчального матеріалу від загального до окремого, одиничного;
- проблемний виклад матеріалу – для створення проблемної ситуації.

11. Очікувані результати навчання з дисципліни

Після вивчення дисципліни студенти повинні знати і уміти використовувати:

- основні закони механіки суцільних та розріджених середовищ;
- алгоритми визначення параметрів одномірних потоків в елементах та системах літальних апаратів;
- прикладні методи розрахунку процесів обтікання тіл різної форми з різними швидкостями;
- методи експериментального дослідження параметрів течії рідини та газів.

12. Засоби оцінювання

Контроль успішності студентів денної форми навчання здійснюється за результатами:

- тестування з кожного змістовного модулю
- захисту звітів про виконання лабораторних робіт
- захисту звітів про виконання індивідуальних завдань
- рубіжних модульних контролів за кожний блок змістовних модулів

Контроль успішності студентів заочної форми навчання здійснюється за результатами:

- захисту звітів про виконання лабораторних робіт
- захисту контрольної роботи
- тестування (усного опитування) за окремими змістовими модулями

13. Критерії оцінювання успішності студентів

Оцінювання успішності студентів здійснюється окремо за кожний з двох блоків змістових модулів на відповідному рубіжному модульному контролі (РМК) за 100-бальною шкалою.

Етапи роботи	Кількість балів	Етапи роботи	Кількість балів
Змістовий модуль 1	0 – 40	Змістовий модуль 4	0 – 30
Змістовий модуль 2	0 – 30	Змістовий модуль 5	0 – 40
Змістовий модуль 3	0 – 30	Змістовий модуль 6	0 – 30
Сума за перший РМК	0 – 100	Сума за другий РМК	0 – 100

Загальна оцінка студента на кожному етапі роботи складається з оцінювання:
 активності та системності роботи в аудиторії – до 25 %;
 індивідуальної самостійної роботи – до 50 %;
 поточного опитування (тестування) – до 25 %.

Семестрова (підсумкова) оцінка студента з дисципліни складається за результатами двох РМК як середнє арифметичне відповідних сум балів з округленням до цілого на користь студента і подальшим переведенням в національну та ECTS шкали.

Кількість балів	Оцінка ECTS		Традиційна оцінка	
90 – 100	A	відмінно	відмінно	зараховано
85 – 89	B	дуже добре	добре	
75 – 84	C	добре	задовільно	
70 – 74	D	задовільно		
60 – 69	E	достатньо	незадовільно	не зараховано
35 – 59	FX	незадовільно		
01 – 34	F	повторний курс навчання		

Студент, який отримав незадовільну (або низьку) семестрову оцінку за результатами РМК, має можливість покращити результат під час іспиту при наявності звітів про всі види робіт, передбачених робочою програмою дисципліни.

На іспит виносяться теоретичні питання, практичні задачі, а також завдання, що потребують творчого підходу та вміння синтезувати набуті знання. При оцінюванні враховується здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних проблем авіоніки. При цьому перевага надається оригінальним рішенням спрямованим на досягнення певного рівня ефективності.

14. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Основи аерогідрогазової динаміки систем літальних апаратів” для студентів, що навчаються за спеціальністю 173 “Авіоніка”, усіх форм навчання /Укл. С.О.Беженев. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 58 с. (№ 6548e)

2. Методичні вказівки до індивідуальних завдань (контрольних робіт) за розділами курсу “Основи аерогідрогазової динаміки систем літальних апаратів” для студентів, що навчаються за спеціальністю 173 “Авіоніка”, усіх форм навчання /Укл.: С.О.Беженев. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 42 с. (№ 6581e)

3. Методичні рекомендації для самостійної роботи з вивчення дисципліни “Основи аерогідрогазової динаміки систем літальних апаратів” – для студентів, що навчаються за спеціальністю 173 “Авіоніка”, усіх форм навчання /Укл. С.О.Беженев. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 22 с. (№ 7783е)

15. Рекомендована література

15.1 Базова література

1. Ерёмченко С.М. Аэродинамика летательных аппаратов. [Текст] /С.М.Ерёмченко – Х: Нац. аэрокосмический ун-т "ХАИ", 2019. – 384 с.
2. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика [Текст] /Г.Н.Абрамович. – М.: Наука, 1976. – 888 с.
3. Сергель О.С. Прикладная гидрогазодинамика [Текст] /О.С. Сергель. – М.: Машиностроение, 1981. – 374 с.

15.2 Допоміжна література

4. Степчков А.А. Задачник по гидрогазовой динамике: Учеб. пособие для студентов авиационных специальностей вузов [Текст] /А.А.Степчков. – М.: Машиностроение, 1980. – 182 с.
5. Самойлович Г.С. Сборник задач по гидроаэромеханике [Текст] /Г.С.Самойлович, В.В.Нитусов. – М.: Машиностроение, 1986. – 149 с.
6. Aerodynamics for engineering students [Text] /E.L. Houghton, P.W. Carpenter, Steven H. Collicott, Daniel T. Valentine. – 6th ed. – USA: Elsevier Ltd, 2013. – 714 p.

16. Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
2. Наукова бібліотека НУ «Запорізька політехніка». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://library.zntu.edu.ua/>