

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра Двигуни внутрішнього згорання
(найменування кафедри)

СИЛЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи газової динаміки

(назва навчальної дисципліни)

Освітні програми: Авіаційні двигуни та енергетичні установки; Технології виробництва
(назва освітньої програми)
авіаційних двигунів та енергетичних установок

Спеціальність: 134 – Авіаційна та ракетно-космічна техніка
(найменування спеціальності)

Галузь знань: 13 – Механічна інженерія
(найменування галузі знань)

Ступінь вищої освіти: бакалавр
(назва ступеня вищої освіти)

Протокол № 11 від “16” червня 2021 р.
затверджено на засіданні кафедри “Двигуни внутрішнього згорання”

м. Запоріжжя , 2021 рік

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

Дисципліна: Основи газової динаміки

Тип: нормативна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський) рівень

Курс (рік навчання): 2-й

Семестр: 4-й

Кредити: 3

Викладач: Беженов Сергій Олександрович, канд. техн. наук, доцент

bezhenov@zntu.edu.ua

Розподіл годин: загальна кількість 90 годин (30 лекцій, 14 практичних занять, 46 годин самостійної роботи).

Лекції, практичні заняття, індивідуальні завдання; залік.

ПРЕРЕКВІЗИТИ І ПОСТРЕКВІЗИТИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліни, що передують вивченню цієї дисципліни «Вища математика», «Фізика», «Хімія та основи екології». Дисципліни, вивчення яких спирається на цю дисципліну – «Теорія та робочі процеси ПРД», «Теорія, розрахунок та проектування компресорів АД та ЕУ», «Теорія, розрахунок та проектування турбін АД та ЕУ», «Системи автоматичного керування АД та ЕУ»; «Основи теорії та робочих процесів ПРД», «Конструкція та міцність авіаційних двигунів».

ХАРАКТЕРИСТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вивчення цієї дисципліни є необхідною складовою частиною підготовки фахівців, що забезпечуватимуть конструювання, виробництво та експлуатацію авіаційних двигунів та енергетичних установок.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні отримати, у результаті вивчення навчальної дисципліни:

Загальні компетентності:

- K01. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово
- K04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій
- K05. Здатність працювати у команді
- K06. Здатність генерувати нові ідеї (креативність)
- K07. Здатність приймати обґрунтовані рішення
- K08. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

Фахові компетентності:

K11. Здатність використовувати теорії динаміки польоту та керування при проектуванні об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки

K12. Здатність використовувати положення гідравліки, аеро- та газодинаміки для опису взаємодії тіл з газовим і гідравлічним середовищем

K17. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення у навчанні та професійній діяльності

Результати навчання:

Очікувані результати навчання з дисципліни: після вивчення дисципліни студенти повинні знати і уміти використовувати основні закони механіки суцільних та розріджених середовищ; прикладні методи розрахунку процесів обтікання тіл різної форми з різними швидкостями; алгоритми визначення параметрів одномірних потоків в конструктивних елементах енергетичних установок; методи розрахунку аеродинамічних характеристик елементів авіаційних двигунів та енергетичних установок.

Очікувані програмні результати навчання:

- володіти засобами сучасних інформаційних та комунікаційних технологій в обсязі, достатньому для навчання та професійної діяльності;
- пояснювати свої рішення і підґрунтя їх прийняття фахівцям і нефахівцям в ясній і однозначній формі;
- володіти навичками самостійного навчання та автономної роботи для підвищення професійної кваліфікації та вирішення проблем в новому або незнайомому середовищі;
- володіти логікою та методологію наукового пізнання, що ґрунтується на розумінні сучасного стану і методології предметної області;
- розуміти принципи механіки рідини та газу, зокрема, гідравліки, аеродинаміки (газодинаміки).

МЕТА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою викладання дисципліни “Основи газової динаміки” є формування у студентів базових теоретичних знань і практичних навичок розв’язання задач класичної газової динаміки.

ЗАВДАННЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Основними завданнями вивчення дисципліни “Основи газової динаміки” є опанування методами керування та розрахунку процесів течії газу в лопатевих машинах, реактивних двигунах та інших теплосилових енергетичних установках.

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна складається з шести змістових модулів:

- кінематика рідини та газу, динаміка плоских потоків;
- одномірні стаціонарні течії ідеального газу;
- трансформація енергій в конструктивних елементах авіаційних двигунів, реактивні сопла;
- течія зі стрибками згущень;
- основи теорії приграничного шару;
- аеродинамічні характеристики несучих поверхонь при різних швидкостях обтікання.

Змістові модулі об’єднано в два блоки, кожний з яких завершується рубіжним модульним контролем.

Перший блок змістових модулів:

1. Предмет газової динаміки авіаційних двигунів; основні рівняння газової динаміки; потенціальні та вихрові течії, потенціал швидкості, циркуляція швидкості, джерело та стік; опір під час обтікання тіл: теорема Жуковського про піднімальну силу, коефіцієнт піднімальної сили та лобового опору (лекції №№ 1 – 3).

2. Види фізичних впливів на газовий потік; ізоентропійний процес; параметри гальмування; газодинамічні функції; криза течії та методи її подолання (лекції №№ 4 – 6).

3. Максимальна швидкість витікання газу; звичайне сопло; сопло Лавалю; витратне, механічне, теплове сопло; режими роботи сопел; опір сопла (лекції №№ 7 – 8).

Другий блок змістових модулів:

4. 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 Пуассона та Гюгоніо; умови входу надзвукового потоку у вхідний пристрій АД (лекції №№ 9 – 11).

5. Товщина приграничного шару, товщина витискування; перехід ламінарного шару в турбулентний, критичні числа Рейнольдса; зривання приграничного шару; способи керування приграничним шаром (лекції №№ 11 – 13).

6. Дозвукове обтікання профілю; аеродинамічні характеристики профілів у надзвуковому потоці; особливості обтікання тіл гіперзвуковим потоком; основи аеродинаміки розріджених газів (лекції №№ 14 – 15).

Паралельно з лекційним курсом студенти мають аудиторний практикум, задачею якого є опанування методиками розрахунку процесів течії газу в лопатевих машинах, реактивних двигунах та інших теплосилових енергетичних установках. Згідно навчального плану передбачено проведення шести практичних занять:

- розрахунок параметрів потоку на вході в компресор та на виході з нього
- розрахунок параметрів потоку в камері згоряння та в турбінній частині
- розрахунок параметрів потоку в реактивному соплі та ефективності двигуна
- розрахунок умов входу в двигун дозвукового потоку
- розрахунок умов входу в двигун надзвукового потоку невеликих енергій
- розрахунок умов входу в двигун надзвукового потоку великих енергій

До самостійної роботи, окрім поглибленого опрацювання кожної теми, включено виконання індивідуальних завдань:

- газодинамічний розрахунок одномірних течій в каналах ТКПРД на старті
- газодинамічний розрахунок вхідного пристрою за різних швидкостей польоту

СИСТЕМА ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ КУРСУ

Оцінювання: за результатами засвоєння дисципліни складається залік. При оцінюванні враховується здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних проблем технології та енергетики в авіадвигунобудуванні. При цьому перевага надається оригінальним рішенням спрямованим на досягнення певного рівня ефективності.

Контроль успішності студентів денної форми навчання здійснюється за результатами:

- тестування з кожного змістовного модулю
- експрес контролів по завершенню кожного з практичних занять
- 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

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 – 30	Змістовий модуль 4	0 – 40
Змістовий модуль 2	0 – 30	Змістовий модуль 5	0 – 30
Змістовий модуль 3	0 – 40	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 якості його 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		
70 – 74	D	задовільно	задовільно	
60 – 69	E	достатньо		
35 – 59	FX	незадовільно	незадовільно	не зараховано
01 – 34	F	повторний курс навчання		

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

Академічна доброчесність: студент повинен виконувати роботи самостійно, не допускається залучення при розв'язанні індивідуальних завдань інших студентів. У разі виявлення ознак плагіату робота не зараховується і дисципліна не вважається зарахованою.

Література:

Базова

- Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика [Текст] /Г.Н.Абрамович. – М.: Наука, 1976. – 888 с.
- Борисенко А.И. Газовая динамика двигателей [Текст] /А.И.Борисенко. – М.: Оборонгиз, 1962. – 793 с.
- Сергель О.С. Прикладная гидрогазодинамика [Текст] /О.С. Сергель. – М.: Машиностроение, 1981. – 374 с.

Допоміжна

- Степчков А.А. Задачник по гидрогазовой динамике: Учеб. пособие для студентов авиационных специальностей вузов [Текст] /А.А.Степчков. – М.: Машиностроение, 1980. – 182 с.
- Самойлович Г.С. Сборник задач по гидроаэромеханике [Текст] /Г.С.Самойлович, В.В.Нитусов. – М.: Машиностроение, 1986. – 149 с.
- 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.

Інформаційні ресурси

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