

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Факультет математики, фізики та інформаційних технологій
Кафедра фізики та астрономії

Силабус курсу

Прикладна гідро- аеродинаміка

Обсяг	3 кредитів, 90 год.
Семестр, рік навчання	3 семестр, 2-й рік навчання
Дні, час, місце	Понеділок, четвер, 12.50, Велика фізична ауд., лаб. №9
Викладач (-і)	проф. Гоцульський В.Я.
Контактний телефон	0679217313
E-mail	vygot@onu.edu.ua
Робоче місце	Пастера 42, каб.16, Пастера 27 лаб.48
Консультації	Очні консультації: Середа, 13.00-15.00, Пастера 42 каб.16

КОМУНІКАЦІЯ

Комунікація зі студентами: E-mail: vygot@onu.edu.ua; viber 0679217313; Telegram 0509599353; телефон, очні зустрічі.

АНОТАЦІЯ КУРСУ

Предмет вивчення:

«Прикладна аеро- та гідродинаміка» (АГД) - це розділ фізики суцільних середовищ, загальним змістом якого є вивчення законів рівноваги і макроскопічних процесів руху рідин та газів, а також їх силової взаємодії з твердими тілами, при яких конкретна молекулярна будова середовищ неістотна. В основу покладено модель неперервності (суцільності) рідин і газів, довільні нескінченно малі об'єми яких характеризується тими самими властивостями, що й об'єми скінченних розмірів. Закони руху середовищ в елементах ядерних реакторів, літальних апаратів, реактивних двигунів, парових котлів, теплообмінних апаратів, теплових двигунів, в трубопроводах водо-, паро-, газопостачання визначають гідро- аеродинамічний опір і процеси тепломасообміну, а отже, і ефективність використання енергії і надійність устаткування.

Кінцева мета засвоєння дисципліни «Прикладна аеро- та гідродинаміка» спрямована на формування у студентів діалектичного світогляду. вміння використовувати фізичні закони для пояснення явищ природи, і це є необхідною передумовою отримання майбутніми фахівцями

вмінь і навичок для високоякісної професійної діяльності в професійній діяльності. Вона може включати науково-дослідницькі задачі машинобудування, теплоенергетики, включаючи системи новітніх джерел енергії, МГД-машин, експериментальні установки для досліджень в галузях водневої і термоядерної енергетики, тощо. Вивчення дисципліни передбачає отримання знань та вмінь, які необхідні спеціалісту в його майбутній професійній діяльності, в тому числі, орієнтованих на здатність фахівців розв'язувати складні фізичні задачі та проблеми, пов'язані з дослідженням об'єктів та явищ навколишнього середовища. Підтримання та засвоєння базових знань з основ механіки, термодинаміки та молекулярно-кінетичної теорії речовини, а також навичок до застосування цих знань в галузі експериментальних та теоретичних досліджень, що є базою для прикладних задач аеро- та гідродинаміки.

ОПИС КУРСУ

Форми і методи навчання

Курс буде викладений у формі лекцій (20 год.) та лабораторних занять (24 год.), організації самостійної роботи студентів (46 год.).

Під час викладання дисципліни використовуються словесні методи навчання, наочні методи навчання. Головним словесним методом навчання є лекція. Під час проведення лекцій та практичних занять використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод, або інформаційно-рецептивний; репродуктивний метод (репродукція - відтворення); метод проблемного викладу; частково-пошуковий, або евристичний метод.

Під час лабораторних занять використовуються наступні методи навчання: частково-пошуковий, або евристичний метод; дослідницький, при захисті лабораторних робіт та індивідуальних завдань використовується дискусійний метод. Під час самостійної роботи використовується дослідницький метод.

Зміст навчальної дисципліни Змістовий модуль 1.

Змістовий модуль 1.

Тема 1. «Основні поняття і співвідношення аерогідрогазодинаміки. Фізико-механічні властивості і основні параметри рідин і газів».

Предмет, методи й гіпотези АГД. Сили й напруження, що діють в рідинах і газах. Основні фізичні властивості, термодинамічні та гідромеханічні моделі рідин і газів. аерогідродинаміки, її складові частини. Вклад українських та закордонних вчених у розвиток аерогідродинаміки, як науки і розвиток авіації, ракетної техніки та промисловості. Принципи польоту літальних апаратів, види і їх типи. Поняття про теоретичну, експериментальну і прикладну аеродинаміку. Гіпотеза суцільності середовища. Принципи зворотності руху і моделювання в аеродинаміці і їх практичне використання при проведенні досліджень. Поняття про експериментальне моделювання, аеродинамічні труби і гідролотки.

Тема 2. «Основи кінематики рідини і газу».

Методи вивчення руху, кінематичні поняття й характеристики руху потоків і тілах у них. Ідеальна течія, Прямолинійна рівномірна течія потоку. Поняття про обертальний рух рідини і газу. Теоретичні моделі моделювання течії навколо твердих тіл. Фізична картина обтікання твердих тіл потоком рідини і газу. Рівняння стану газового потоку і взаємозалежність фізичних параметрів рідини і газу. Рівняння нерозривності рухомого потоку. Рівняння збереження енергії рухомого потоку. Рівняння балансу енергії рухомого потоку. Рівняння Л. Ейлера і Д. Бернуллі.

Тема 3. «Рівняння руху газового потоку з урахуванням стисливості середовища. Теорія сопла Лаваля».

Рівняння балансу енергії газового потоку з урахуванням стисливості середовища (рівняння Д. Бернуллі). Залежність фізичних параметрів газового потоку від швидкості його руху. Рівняння постійної масової витрати з урахуванням стисливості середовища (рівняння Л. Ейлера). Фізична сутність критичних параметрів газового потоку. Поняття про критичний переріз і критичну швидкість потоку. Теорія сопла Лаваля. Взаємозалежність між швидкістю руху і швидкістю звуку.

Тема 4. «Закономірності вихрового руху газового потоку. Теорема М.Є.Жуковського про підйомну силу крила».

Закономірності вихрової течії газового потоку. Поняття про напругу, інтенсивність, циркуляцію і індукційну швидкість. Основні теореми про вихорі. Рівняння Біо-Савара для вихору. Фізична сутність вихрового і потенціального руху. Характеристика газодинамічних особливостей (вихровий шнур, сток, істок, диполь). Моделювання течії рідини і газу навколо твердих тіл з допомогою вихорів, стоків, витоків і диполів. Теорема М. Є. Жуковського про підйомну силу

Тема 5. «Методи теорії подібності».

Числа Маха, Прантдля і Рейнольдса. Фізичне та чисельне моделювання реальних об'єктів.

Тема 6. «Характеристики профілю і несучих поверхонь».

Призначення і форми несучих поверхонь ПС. Поняття про профіль крила і несучого гвинта. Утворення повної аеродинамічної сили і результуючого аеродинамічного моменту. Залежність коефіцієнтів аеродинамічних сил від геометричних і кінематичних параметрів обтікання. Залежність аеродинамічних коефіцієнтів підйомної сили і сили лобового опору від чисел Маха і Рейнольдса. Поняття про аеродинамічну якість і полярні діаграми I і II роду. Підводні крила та екранний ефект.

Змістовий модуль 2.

Тема 7. «Особливості аеродинаміки гіперзвукових потоків і розріджених газів»

Поняття про гіперзвукову течію. Аеродинамічні характеристики тіл при гіперзвуковому обтіканню. Особливості виникнення стрибків ущільнення при гіперзвукових швидкостях. Аеродинамічні характеристики профілів при гіперзвукових швидкостях. Поняття про аеродинамічне нагрівання конструкцій ПС і способи зниження нагрівання. Особливості аеродинаміки розріджених

газів. Підйомна сила і сила лобового опору в молекулярному потоці розрідженого газу.

Тема 8. «Методи дослідження потоків»

Трубки Піто, Прантля та Вентурі. Витратоміри. Акселерометри, візуалізація полів швидкостей, оптичні методи безконтактного контролю, лазерні доплерівські акселерометри та динамічне розсіяння світла. Шлірен-метод, швидкісна зйомка.

Тема 9. «Динаміка в'язкої рідини (просторові течії)».

Диференціальні рівняння руху Нав'є-Стокса. Елементи теорії подібності й моделювання гідрогазодинамічних явищ. Рівняння Прантля примежового шару. Відрив примежового шару. Відривні кавітаційні течії: схеми «нев'язкого» відриву.

Тема 10. «Типові задачі промисловості, гідро- та газостатики.»

Опори місцеві та розподілені, натиск та його витрати. Течія ньютонівських та неньютоновських рідин. Трубопроводи та накопичувачі, насоси, гідродинаміка криогенних рідин. Біологічна гідродинаміка та біоніка.

Рекомендована література

Основна

1. Путята В. Й., Сідляр М. М. Гідроаеромеханіка: підручник. Київ: Видавництво Київського університету, 1963. 480 с.
2. I.E. Irodov Problems in General Physics. Mir publisher, 2011.
3. Василенко С. М., Кулінченко В. Р., Шевченко О. Ю., Піддубний В. А. Гідрогазодинаміка. — К.: Кондор-Видавництво, 2016. — 676 с. — ISBN 978-617-7278-58-9
4. Завойко Б. М., Лещій Н. П. Технічна механіка рідин і газів: основні теоретичні положення та задачі : навч. посібник для студ. інж.-техн. спец. / За ред. В. М. Жука. - Львів : Новий Світ-2000, 2004. - 120 с. : іл. + додатки. - (Вища освіта в Україні). - ISBN 966-7827-44-5 (PDF-файл)
5. Колчунов В. І. Теоретична та прикладна гідромеханіка: Навч. Посібник. — К.: НАУ, 2004. — 336 с. - ISBN 966-598-174-9
6. Константинов Ю. М., Гіжа О. О. Технічна механіка рідини і газу: Підручник. — К.: Вища школа, 2002. — 277с.:іл. ISBN 966-642-093-7
7. Кулінченко В. Р. Гідравліка, гідравлічні машини і гідропривід: Підручник.- Київ: Фірма «Інкос», Центр навчальної літератури, 2006. — 616 с. - ISBN 966-8347-38-2
8. Левицький Б. Ф., Лещій Н. П. Гідравліка. Загальний курс. — Львів: Світ, 1994. — 264с. ISBN 5-7773-0158-4
9. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Донбас, 2004. — Т. 1 : А — К. — 640 с. — ISBN 966-7804-14-3.

10. Прикладна гідроаеромеханіка і механотроніка : [підруч. для студентів ВНЗ / О. М. Яхно та ін.] ; за ред. О. М. Яхна ; Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т", Вінниц. нац. техн. ун-т. — Вінниця : ВНТУ, 2017. — 710 с. : іл., табл. — ISBN 978-966-641-687-5

Додаткова

1. P.G. Drazin and W.H. Reid. Introduction to Hydrodynamic Stability, Cambridge University Press, 2002, 512p.
2. [John Nicholas Newman](#). Hydrodynamics and Hydromagnetics of Marine Systems The MIT Press, 1977, 418p. ISBN-13: 978-0262140263

15. Електронні інформаційні ресурси

1. Wolfram Demonstrations Project FLUID MECHANICS:
<https://demonstrations.wolfram.com/topic.html?topic=Fluid+Mechanics&limit=20>
2. <https://lib.onu.edu.ua>

ОЦІНЮВАННЯ

У ході поточного контролю студент може отримати за кожну тему до 50 балів, які нараховуються таким чином:

№ з/п	Вид роботи	Форма контролю	Максимальне число балів
1	Відвідування занять	Конспект занять	10
2	Аудиторна активність студента	Спостереження за аудиторною роботою студента	10
3	Виконання самостійної роботи	Доповідь на практичних заняттях, письмові та усні відповіді	30
	Сума		50

Максимальна кількість балів, яку студент може отримати за контрольну роботу за змістовним модулем, складає 50 балів.

Підсумковий бал за кожний змістовний модуль обчислюється середньоарифметичний поточного контролю та контрольної роботи.

Підсумкова семестрова оцінка визначається за результатами поточного та періодичного контролів за такими алгоритмами:

Поточний та періодичний контроль		Підсумковий бал**
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 1	
50	50	100

Самостійна робота студентів. Формами самостійної роботи студентів є: підготовка теоретичного матеріалу (лекцій), самостійне розв'язування задач за темами практичних занять, підготовка до виконання лабораторних робіт та складення звітів про роботи. Метою самостійної роботи студента є забезпечення твердих знань теоретичного матеріалу, здобуття практичних навичок у розв'язуванні задач та проведенні експериментальних досліджень з оптики.

Результати виконання самостійної роботи за підготовкою теоретичного матеріалу оцінюються за якістю виконання поточних контрольних робіт. Результати самостійного розв'язування задач оцінюються за перевіркою виконаних завдань та поточними контрольними роботами з розв'язування задач. Результати підготовки до лабораторних робіт оцінюються шляхом опитування студентів та за якістю представлених звітів про виконані роботи.

Результати індивідуального завдання представляються у вигляді доповіді (5-8 хв), що супроводжується презентацією (5-7 слайдів). Критеріями оцінювання є: повнота представленого матеріалу, якість доповіді та презентації, відповідей на запитання викладача та однокурсників.

Строки здачі/виконання завдань самостійної роботи визначаються викладачем.

ПОЛІТИКА КУРСУ

Визначається нормативними документами/Положеннями, які є чинними в ОНУ імені І.І.Мечникова (<https://onu.edu.ua/uk/geninfo/official-documents>).

Дедлайн виконання завдань з курсу визначає викладач. В разі поважних причин, перенесення терміну виконання завдань дозволяє викладач. Перескладання заборгованостей – з дозволу деканату.

Кожен студент повинен пам'ятати про академічну доброчесність що забезпечується самостійним виконанням навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю, належним посиленням на джерела інформації у разі виконання творчих робіт, дотриманням норм законодавства про авторське право і суміжні права, наданням достовірної інформації про результати власної наукової діяльності.

За порушення академічної доброчесності здобувачі освіти можуть бути притягнуті до академічної відповідальності згідно Положенню про академічну доброчесність в ОНУ імені І.І.Мечникова. (<https://onu.edu.ua/pub/bank/userfiles/files/documents/acad-dobrochesnost.pdf>).

Відвідування занять для студента 1-го курсу є обов'язковим, як і своєчасний прихід на заняття.