

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І.І.МЕЧНИКОВА
Кафедра фізики та астрономії



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи

Олександр ЗАПОРОЖЧЕНКО

“*В. Вересня*”

2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВБ 2.1 «Прикладна аеро- та гідродинаміка»

Рівень вищої освіти	перший (освітньо-професійний)
Галузь знань	10 – Природничі науки
Спеціальність	104 - Фізика та астрономія
Освітньо-професійна програма	Фізика та астрономія

ОНУ
Одеса
2023

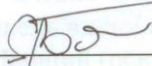
Робоча програма навчальної дисципліни «Прикладна аеро- та гідродинаміка». – Одеса: ОНУ, 2022. – 17с.

Розробник: Гоцульський Володимир Якович, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри фізики та астрономії

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики та астрономії ФМФІТ


Протокол №1 від «1» вересня 2023 р.

Завідувач кафедри



Володимир ГОЦУЛЬСЬКИЙ

Погоджено із гарантом ОПП «Фізика та астрономія»



Юрій НІЦУК

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) факультету математики, фізики та інформаційних технологій

Протокол № 1 від «6» вересня 2023 р.

Голова НМК




Володимир ГОЦУЛЬСЬКИЙ

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізики та астрономії

Протокол № 1 від «29» 09 2024 р.

Завідувач кафедри



(Гоцульський В.Я.)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізики та астрономії

Протокол № ___ від «___» _____ 20__ р.

Завідувач кафедри

(_____)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, Спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		Очна (денна) форма навчання
Загальна кількість кредитів – 3 годин – 90 змістовних модулів - 2	Галузь знань 10 – Природничі науки Спеціальність: 104 – Фізика та астрономія Рівень вищої освіти: <u>Перший (освітньо-професійний)</u>	Обов’язкова дисципліна
		Рік підготовки:
		2-й
		Семестр
		3-й
		Лекції
		20 год.
		Практичні, семінарські
		0
		Лабораторні
		24 год.
		Самостійна робота
		46 год.
Форма підсумкового контролю: залік		

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

«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.

Завдання

- ознайомити студента з загальними фізичними явищами, методами їх спостереження, принципами та законами фізики, фізичними та математичними моделями, методиками експериментального дослідження та вимірювання фізичних величин, з основами опрацювання експериментальних даних;
- сформувати у студентів навички та вміння використовувати фізичну та математичну наукову термінологію, свідомо відтворювати відомі фізичні моделі та ідеї;
- розвинути вміння самостійно вирішувати поставлені задачі, представляти результати в якісній та кількісній мірі, аналізувати отримані результати;
- сформувати у студента чітке уявлення про межі застосування фізичних моделей та гіпотез;
- розвинути у студентів допитливість та інтерес до знання явищ природи;
- навчити студентів використовувати отримані знання для застосування їх на практиці.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей**.

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

- K2.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
K4. Здатність бути критичним і самокритичним.
K5. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
K7. Навички здійснення безпечної діяльності
K8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт

Спеціальні (фахові) компетентності:

- K16.** Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.
K18. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.
K19. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.
K24. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.
K25. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.
K26. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.
K27. Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень.
K28. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.

Очікувані результати навчання.

<i>Результат навчання</i> (1. знати; 2. вміти)		<i>Методи викладання і навчання</i>	<i>Методи оцінювання</i>	<i>Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни</i>
<i>Код</i>	<i>Результат навчання</i>			
<i>1.1</i>	Знати математичне формулювання та фізичний зміст основних принципів та законів механіки суцільного середовища. Знати основні фізичні експерименти, на яких базуються закони механіки суцільного середовища та її прикладних задач. Знати одиниці вимірювання основних фізичних величин у Системі	<i>Лекції, самостійна робота, лабораторні заняття</i>	<i>Контрольні роботи, перевірка домашніх завдань, опитування під час практичних занять, залік.</i>	15

	Інтернаціональний (CI).			
1.2	Знати методи опису ідеальної та в'язкої течії.	<i>Лекції, самостійна робота, лабораторні заняття</i>	<i>Контрольні роботи, перевірка домашніх завдань, опитування під час практичних занять, залік.</i>	10
1.3	Розуміти зв'язок прикладних задач гідромеханіки з іншими науками природничого напрямку.	<i>Лекції, самостійна робота, лабораторні заняття</i>	<i>Контрольні роботи, перевірка домашніх завдань, опитування під час лаб. занять, залік.</i>	10
2.1	Вміти логічно і послідовно формулювати основні положення і закони механіки. Розрахувати локальні та інтегральні характеристики потоків як для ідеальних так і для в'язких течій.	<i>Лекції, самостійна робота, лабораторні заняття</i>	<i>Контрольні роботи, перевірка домашніх завдань, опитування під час практичних занять, колоквиум, залік.</i>	15
2.2	Вміти пов'язувати макроскопічні характеристики речовини з особливостями її молекулярної структури. Застосовувати методи та прийоми розв'язання задач гідроаеромеханіки у інших природничих задачах.	<i>Лекції, самостійна робота, практичні заняття</i>	<i>Контрольні роботи, перевірка домашніх завдань, опитування під час практичних занять, залік.</i>	20
2.3	Вміти самостійно працювати з	<i>Самостійна</i>	<i>Контрольні</i>	10

	відповідною літературою по аеро- гідромеханіки. Самостійно приймати рішення стосовно свого професійного розвитку.	<i>робота, лабораторні заняття</i>	<i>роботи, перевірка домашніх завдань, опитування під час лабораторних занять, екзамен.</i>	
2.4	Вміти розв'язувати основні типи задач з гідромеханіки; створювати фізичні моделі.	<i>Самостійна робота, лабораторні заняття</i>	<i>Контрольні роботи, перевірка домашніх завдань, опитування під час лабораторн. занять, колоквиум, екзамен</i>	20

Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4
	Програмні результати навчання						
ПР1. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та астрономії.	+	+	+	+		+	+
ПР3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.	+	+	+	+	+		

ПР8. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшукувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.	+	+	+	+		+	
ПР9. Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.	+	+	+	+	+		
ПР22. Володіти державною та іноземною мовами на рівні, достатньому для усного і письмового професійного спілкування та презентації результатів власних досліджень.	+	+	+	+	+	+	+
ПР23. Розуміти історію та закономірності розвитку фізики та астрономії.	+	+	+	+			

3. Зміст навчальної дисципліни

2 рік, 1 семестр

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. аерогідрогазодинаміки, її складові частини. Вклад українських та закордонних вчених у розвиток аерогідрогазодинаміки, 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, Прямолінійна 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 Лавалю».

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 Лавалю. 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, Прантля 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 Прандтля 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 неньютонівських рідин. Трубопроводи та накопичувачі, насоси, гідродинаміка кріогенних рідин. Біологічна гідродинаміка та біоніка.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин				
	Очна денна форма				
	Усьог о	Лек.	Пр.	Лаб.	СР
1	2	3	4	5	7
Змістовий модуль 1.					
Тема 1. «Основні поняття і співвідношення аерогідрогазодинаміки. Фізико-механічні властивості і основні параметри рідин і газів»	10	2	0	2	6
Тема 2. «Основи кінематики рідини і газу»	10	2	0	2	6
Тема 3. «Рівняння руху газового потоку з урахуванням стисливості середовища. Теорія сопла Лавалю».	10	2	0	2	6
Тема 4. «Закономірності вихрового руху газового потоку. Теорема М. Є. Жуковського про підйомну силу крила»	10	2	0	2	6
Тема 5. «Методи теорії подібності»	10	2	0	2	6
Тема 6. «Характеристики профілю і несучих поверхонь»	8	2	0	2	4
Змістовий модуль 2.					
Тема 7. «Особливості	8	2	0	3	3

аеродинаміки гіперзвукових потоків і розріджених газів»					
Тема 8. «Методи дослідження потоків»	8	2	0	3	3
Тема 9. «Динаміка в'язкої рідини (просторові течії)»	8	2	0	3	3
Тема 10. «Типові задачі промисловості, гідро- та газостатики.»	8	2	0	3	3
Усього	90	20	0	24	46

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені навчальним планом.

6. Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачені навчальним планом.

7. Теми лабораторних занять

№	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення в'язкості газів.	2
2	Дослідження залежності коефіцієнта в'язкості рідини від температури та концентрації	2
3	Зняття поляри крила на аеродинамічних терезах	2
4	Визначення в'язкості рідини методом Пуазейля	2
5	Визначення в'язкості рідини методом Стокса	2
6	Визначення в'язкості розчинів високомолекулярних розчинів методом Гесса	2
7	Дослідження неньютонівських рідин на ротаційному віскозиметрі.	2
8	Визначення гідродинамічного радіусу частинок методом динамічного розсіяння світла	4
9	Визначення розміру частинок у зависях седиментаційним методом	4
10	Чисельне моделювання в'язкої течії з місцевими	6

	та розподіленими опорами у середовищі Wolfram	
	Усього	24

8. Самостійна робота

№	Назва теми	Кількість годин
1	Властивості речовин, принцип зворотності руху	4
2	Течія при обертальному русі, атмосферні явища	4
3	Експериментальні методи визначення в'язкості	4
4	Характеристика газодинамічних особливостей. Рівняння Біо-Савара для вихору.	4
5	Чисельне моделювання реальних об'єктів у гідродинаміці.	6
6	Залежність коефіцієнтів аеродинамічних сил від геометричних і кінематичних параметрів обтікання.	6
7	Особливості аеродинаміки розріджених газів. Підйомна сила і сила лобового опору в молекулярному потоці розрідженого газу.	6
8	Шлірен-метод, швидкісна зйомка.	4
9	Відрив примежового шару. Відривні кавітаційні течії: схеми «нев'язкого» відриву.	4
10	Біологічна гідродинаміка та біоніка.	4
	Усього	46

До самостійної роботи відноситься:

- [1] – підготовка до лекцій, практичних, семінарських, лабораторних занять;
- [2] – написання рефератів;
- [3] – підготовка презентації

9. Методи навчання

Під час вивчення навчальної дисципліни використовують такі форми роботи – лекція, лабораторна робота, самостійна робота. Головним словесним методом навчання є лекція. Під час проведення лекцій 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.

10. Форми контролю та методи оцінювання

Поточний контроль здійснюється за результатами виконання 2 контрольних робіт студентів, захисту індивідуального завдання, тестових завдань. Оцінюється також активність студента в процесі занять: усне опитування, написання звітів до лабораторних робіт, виконання практичних вправ; розв'язання задач. Підсумковий семестровий контроль (іспит).

Критерії оцінювання виконання самостійної роботи

Результати індивідуального завдання представляються у вигляді доповіді (7-10 хв), що супроводжується презентацією (5-7 слайдів).

Критеріями оцінювання є: повнота представленого матеріалу, якість доповіді та презентації, відповідей на запитання викладача та однокурсників.

Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт

Студент повинен виконати всі лабораторні роботи. За виконання розрахунків та оформлення роботи згідно вимог методичних вказівок до лабораторних робіт нараховується 5 балів за кожну роботу. При захисті роботи, за кожну правильну відповідь на запитання додається 2 бали. За неповну відповідь, відповідь, що містить несуттєві помилки додається 1 бал. За неправильну відповідь, або її відсутність бали не додаються. Максимальна кількість балів за лабораторну роботу не повинна перевищувати 12 балів. При виставленні підсумкової оцінки береться середня арифметична оцінка за всіма лабораторними роботами.

Критерії оцінювання підсумкового контролю

Підсумковий семестровий контроль (іспит) проводиться в усній формі. Екзаменаційний білет містить два теоретичних питання, кожне з яких оцінюється окремо за 15 бальною шкалою.

Критерії оцінювання теоретичного питання:

- повна розгорнута відповідь – 15 балів;
 - повна, але не розгорнута відповідь – 12 балів;
 - повна, але не розгорнута відповідь, яка містить незначну помилку чи суперечність – 10 балів, за кожну наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
 - неповна відповідь, яка не містить критичних помилок чи суперечностей – 8 балів,
- за кожну наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
- відповідь, що містить критичну помилку чи неточність, або відсутність відповіді оцінюється в 0 балів.

Кількість балів, що здобувач отримав на іспиті, є сумою балів, що були отримані за кожне завдання з екзаменаційного білету.

Кінцева оцінка виставляється за сумою балів поточного та підсумкового контролю за шкалою, що наведена нижче (п.12).

11. Питання для поточного та підсумкового контролю.

Для кожної теми формами контролю навчальних здобутків студентів можуть бути поточний контроль: конспект лекцій; оцінка активності роботи на лекціях; аудиторне поточне опитування; домашні завдання. Підсумковий семестровий контроль (залік).

Контрольні питання:

1. Лінія току. Трубка току.
2. Ідеальна та в'язка течія.
3. Рівняння Бернуллі.
4. Рівняння Ейлера.
5. Ламінарність та турбулентність потоку.
6. Числа подібності.
7. Суцільне середовище, рівняння нерозривності.
8. Лобовий опір та підйомна сила.
9. Індуктивний опір.
10. Поляра крила.
11. Ефект Магнуса.
12. Парадокс Д'аламбера.
13. Метод Стокса.
14. Метод Пуазейля.
15. Ротаційні віскозиметри.
16. В'язкість рідини, підходи Френкеля та Бачинського.
17. Сопло Лавалю, надзвукові течії.
18. Наведіть класифікацію отворів.
19. Дайте визначення явища інверсії. Що таке досконале і недосконале стиснення?
20. Наведіть схеми та дайте до них пояснення вільного, підтопленого та затопленого отворів.
21. Наведіть схему витікання рідини з малих отворів при постійному напорі.
22. Наведіть схему витікання рідини з великих отворів при постійному рівні рідини в резервуарі.
23. Дайте класифікацію насадків, назвіть галузі їх використання.
24. Дайте визначення вільного струменя.
25. Як визначити висоту вертикального струменя?
26. Манометрія.
27. Акселерометри механічні, електричні та оптичні.
28. Застосування динамічного розсіяння світла.
29. Моделювання течій та їх візуалізація.

30. Наведить схему шлирен-методу.
31. Неньютоновські рідини.
32. Гідродинамічні параметри біологічних рідин.
33. Гідродинамічні параметри кріо-рідин.
34. Трубка Прантдля
35. Трубка Вентурі.
36. Манометрична трубка.
37. Витратоміри.
38. Профіль вільних поверхонь в неінерціальних системах.
39. Екранний ефект.
40. Насоси ротаційні.
41. Насоси відцентрові.
42. Насоси струменеві.
43. Гідродинамічні випромінювачі.
44. Генератори крапель.
45. Які гідродинамічні та теплофізичні властивості гелію обумовлюють його використання у механізмах?
46. Амортизація та в'язкі демпфери.

Проблемні теми для обговорення

1. Сучасні методи дослідження руху суцільного середовища.
2. Критерії подібності.
3. Біоніка та біологічна гідродинаміка, гідродинаміка астрономічних об'єктів.

12. Розподіл балів, отримуваних студентами

У ході поточного контролю студент може отримати за кожен 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

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	За шкалою ECTS	За національною шкалою	
		Для екзамену	Для заліку
90 – 100	A	Відмінно	Зараховано
85 – 89	B	Добре	
75 – 84	C		
70 – 74	D	Задовільно	
60 – 69	E		
35 – 59	FX	Незадовільно	Не зараховано
0 – 34	F		

13. Навчально-методичне забезпечення

Навчально-методичне забезпечення: робоча програма навчальної дисципліни <http://phys.onu.edu.ua/uk/robochi-prohramy-navchalnykh-dystsyplin> силабус, конспекти лекцій; презентації; методичні вказівки до виконання лабораторних робіт, первинний інструктаж з техніки безпеки, порядок виконання лабораторної роботи, інструкції до приладів:

14. Рекомендована література

Основна

1. Путьята 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. Константінов 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>