

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної  
роботи

Пантелеймонов А.В.



\_\_\_\_\_ 2019 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

**Механіка суцільних середовищ**  
(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ бакалавр \_\_\_\_\_

галузь знань \_\_\_\_\_ 10 Природничі науки \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

спеціальність \_\_\_\_\_ 104 – Фізика та астрономія \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

освітня програма \_\_\_\_\_ Освітня програма “Фізика” \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

спеціалізація \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

вид дисципліни \_\_\_\_\_ обов'язкова \_\_\_\_\_  
(обов'язкова / за вибором)

факультет \_\_\_\_\_ фізичний \_\_\_\_\_

2019 / 2020 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою фізичного факультету

“ 21 ” 06 2019 року, протокол № 6

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)

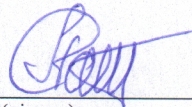
Єрмолаєв Олександр Михайлович, д. фіз.-мат. н., професор-консультант кафедри теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця;

Рашба Георгій Ілліч, к. фіз.-мат. н., доцент, в. о. завідувача кафедри теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця.

Програму схвалено на засіданні кафедри теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця

Протокол від “ 10 ” 06 2019 року № 9

Завідувач кафедри теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця



(підпис)

Рашба Г.І.

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією  
фізичного факультету

назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “ 20 ” 06 2019 року № 6

Голова методичної комісії фізичного факультету



(підпис)

Макаровський М.О.

(прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни  
«Механіка суцільних середовищ» складена відповідно до освітньо-професійної  
(освітньо-наукової) програми підготовки

перший (бакалаврський) рівень  
(назва рівня вищої освіти)

спеціальності (напряму): 104 – фізика та астрономія

спеціалізації: фізика

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. **Мета** викладання навчальної дисципліни «Варіаційні принципи у класичній механіці. Механіка суцільних середовищ» є надання студентам уявлень про використання варіаційних принципів у класичній механіці та у механіці суцільних середовищ – теорії руху рідин, газів та твердих тіл.

#### 1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

є навчити студентів:

- основним поняттям механіки суцільних середовищ,
- способам опису Ейлера та Лагранжа,
- рівнянню неперервності та тензору напруження,
- основним рівнянням руху ідеальної рідини,
- описувати гравітаційні, звукові, сферичні, ударні хвилі,
- характеризувати в'язку рідину,
- основним рівнянням теорії пружності,
- розв'язуванню задачі деформування стержню,
- розглядати розповсюдження звукових хвиль,
- досліджувати теоретичним шляхом теплопровідність, в'язкість, поглинання звуку,
- користуватись навчальною та довідковою літературою та обирати адекватні методи розв'язання задач механіки суцільних середовищ.

#### 1.3. Кількість кредитів – 4 кредитів ЄКТС.

#### 1.4. Загальна кількість годин – 120.

<b>1.5. Характеристика навчальної дисципліни</b>
Обов'язкова
Денна форма навчання
Рік підготовки
3-й
Семестр
5-й
Лекції
64 год.
Практичні заняття
<i>Немає</i>
Лабораторні заняття
<i>Немає</i>
Самостійна робота
56 год.
1 індивідуальне завдання. Під час самостійної роботи.

### 1.6. Заплановані результати навчання

Знати, розуміти та бути здатним застосовувати на базовому рівні варіаційні принципи класичної механіки та механіку суцільних середовищ для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення і класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів, які відбуваються у рідинах, газах, твердих тілах, – з метою розв'язування типових фізичних задач.

Бути здатним застосовувати базові математичні знання з методів варіаційного числення та методів опису суцільних середовищ з метою отримання фізичних характеристик рідин, газів, твердих тіл.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни 6-й семестр

### 1. Основні поняття механіки суцільних середовищ

- Тема 1. Поверхневі та масові сили, вектор напруження, формула Коши, тензор напруження.
- Тема 2. Похідна за часом функції точки та інтегралу по об'єму.
- Тема 3. Кінематика суцільних середовищ: спосіб Ейлера та спосіб Лагранжа.
- Тема 4. Закон збереження маси і рівняння неперервності.
- Тема 5. Закон зміни імпульсу. Тензор густини потоку імпульсу.
- Тема 6. Закон зміни моменту імпульсу і симетрія тензору напруження.
- Тема 7. Рівняння зміни кінетичної енергії.
- Тема 8. Локально рівноважний стан. Основи термодинаміки та рівняння зміни внутрішньої енергії та ентропії.

### 2. Ідеальна рідина

- Тема 9. Рівняння руху ідеальної рідини.
- Тема 10. Хвильове рівняння для звукової хвилі.
- Тема 11. Залежність швидкості звуку від температури.
- Тема 12. Плоска монохроматична звукова хвиля.

Тема 13. Власні коливання.

### 3. В'язка рідина

Тема 14. Тензор напруження для в'язких середовищ.

Тема 15. Рівняння Нав'є-Стокса.

Тема 16. Стаціонарні течії в'язкої жидкості: течія Пуазейля, течія у полі тяжіння по похилій площині.

Тема 17. Дисперсія та поглинання звуку.

### 4. Теорія пружності

Тема 18. Термодинаміка деформування.

Тема 19. Вільна енергія кристалів та ізотропних тіл у випадку малих деформацій.

Тема 20. Пружні властивості кристалів. Вектор деформації.

Тема 21. Тензор деформації. Закони Гука для кристалів та ізотропного упругого тіла.

Тема 22. Однорідні деформації.

Тема 23. Рівняння рівноваги.

Тема 24. Крутіння стержню.

Тема 25. Вигин (сгип) стержню.

Тема 26. Пружні хвилі у ізотропному середовищі.

Тема 27. Пружні хвилі у кристалах.

Тема 28. Поверхневі хвилі.

Тема 29. Рівняння теплопровідності в твердих тілах.

Тема 30. Теплопровідність кристалів.

Тема 31. В'язкість твердих тіл.

Тема 32. Поглинання звуку в твердих тілах.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
л		п	лаб.	інд.	с. р.	
1	2	3	4	5	6	7
<b>6 семестр</b>						
<b>Розділ 1. Основні принципи статистики. Термодинамічні величини.</b>						
Тема 1.	4	2				2
Тема 2.	4	2				2
Тема 3.	4	2				2
Тема 4.	4	2				2
Тема 5.	4	2				2
Тема 6.	4	2				2
Тема 7.	4	2				2
Тема 8.	4	2				2

Розділ 2. Ідеальна рідина						
Тема 9.	4	2				2
Тема 10.	4	2				2
Тема 11.	4	2				2
Тема 12.	4	2				2
Тема 13.	4	2				2
Розділ 3. В'язка рідина						
Тема 14.	4	2				2
Тема 15.	4	2				2
Тема 16.	4	2				2
Тема 17.	4	2				2
Розділ 4. Теорія пружності						
Тема 18.	4	2				2
Тема 19.	4	2				2
Тема 20.	4	2				2
Тема 21.	4	2				2
Тема 22.	4	2				2
Тема 23.	4	2				2
Тема 24.	4	2				2
Тема 25.	3	2				1
Тема 26.	3	2				1
Тема 27.	3	2				1
Тема 28.	3	2				1
Тема 29.	3	2				1
Тема 30.	3	2				1
Тема 31.	3	2				1
Тема 32.	3	2				1
Залік						
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>64</b>				<b>56</b>

#### 4. Теми практичних занять

*Не передбачені навчальним планом.*

#### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1.	Задача класичної теорії поля. Деформація.	2
2.	Безперервність середовища.	2
3.	Рух.	2
4.	Матеріальний та просторовий опис.	2
5.	Рівняння безперервності матерії та маси.	2
6.	Багатокомпонентні континууми.	2
7.	Загальні рівняння балансу.	2
8.	Рівняння балансу маси.	2
9.	Рівняння балансу заряду.	2
10.	Рівняння руху.	2
11.	Рівняння балансу імпульса.	2
12.	Механічна рівновага.	2

13.	Рівняння балансу моменту кількості руху.	2
14.	Рівняння балансу кінетичної енергії.	2
15.	Рівняння балансу потенціальної енергії.	2
16.	Рівняння балансу механічної енергії.	2
17.	Локальні форми першого і другого законів термодинаміки.	2
18.	Збереження енергії і рівняння балансу внутрішньої енергії.	2
19.	Рівняння балансу ентропії та виробництво ентропії.	2
20.	Лінійні кінематичні рівняння.	2
21.	Співвідношення взаємності.	2
22.	Принцип найменшого розсіяння енергії.	2
23.	Нерівноважні потенціальні функції.	2
24.	Локальні форми принципу.	2
25.	Гауссова форма локального принципу.	2
26.	Використання локального принципу.	2
27.	Принцип мінімального виробництва ентропії.	2
28.	Стационарні стани неперервних систем.	2
	<b>Разом</b>	<b>56</b>

### 6. Індивідуальні завдання

На передбачені навчальним планом.

### 7. Методи контролю

Опитування стосовно засвоєння лекційного матеріалу, перевірка домашніх завдань, залік.

### 8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальне завдання						Залік	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Розділ 3	Розділ 4	Домашні завдання	Разом		
T1-T8	T9-T13	T14-T17	T18-T32				100
10	10	10	10	20	60	40	100

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

## 9. Рекомендована література

### Основна література

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т. 6. Гидродинамика. М.: Наука, 1986. – 736 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т. 7. Теория упругости. М.: Наука, 1965. – 204 с.
3. Мейз Дж. Теория и задачи механики сплошных сред. М.: Мир, 1974. – 320 с.
4. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т. 2. М.: Наука, 1970. – 568 с.

### Допоміжна література

1. Валландер С.В. Лекции по гидроаэромеханике. Л.: Изд-во ЛГУ, 1978. – 296 с.
2. Жермен П. Механика сплошных сред. М.: Мир, 1965. – 480 с.
3. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений.
4. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Ч. 1. М.: ГИТТЛ, 1955. – 560 с.
5. Боли Б., Уэйнер Дж. Теория температурных напряжений. М.: Мир, 1964. – 518 с.
6. Паркус Г. Неустановившиеся температурные напряжения. М.: Физматгиз, 1963. – 252 с.

## 10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Учбові матеріали на власному сайті кафедри теоретичної фізики

[http://kaf-theor-phys.univer.kharkov.ua/ukrainian/for%20students\\_study\\_ukr.html](http://kaf-theor-phys.univer.kharkov.ua/ukrainian/for%20students_study_ukr.html)

[http://kaf-theor-phys.univer.kharkov.ua/ukrainian/for%20students\\_ref\\_ukr.html](http://kaf-theor-phys.univer.kharkov.ua/ukrainian/for%20students_ref_ukr.html)

2. Відеолекції та відкриті освітні матеріали МФТІ

<http://lectoriy.mipt.ru/course/viewall/>