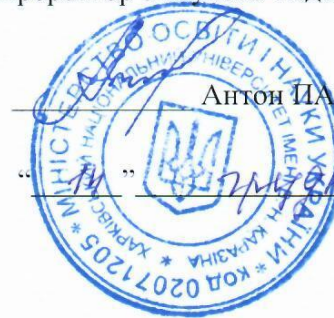


Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Кафедра інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи



Антон ЦАНТЕЛЕЙМОНОВ

2020 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та нанометаріали
освітня програма	«Прикладна фізика енергетичних систем»
вид дисципліни	за вибором
ННІ	комп'ютерної фізики та енергетики

2020 / 2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

"14" грудня 2020 року, протокол № 12/20

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Немченко Єгор Костянтинович., к.ф.-м.н., ст. викладач кафедри інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах;

Програму схвалено на засіданні кафедри інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

Протокол від "2" грудня 2020 року № 12/20


Завідувач кафедри інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах



Руслан СУХОВ

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної/наукової) програми (керівником проектної групи) прикладна фізика енергетичних систем

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми  
(керівник проектної групи) прикладна фізика енергетичних систем




Костянтин НЕМЧЕНКО

Програму погоджено методичною комісією Навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

Протокол від "14" грудня 2020 року № 12/20

Голова методичної комісії Навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики



Ольга ЛІСІНА

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Моделювання теплофізичних процесів» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів

спеціальність: 105 Прикладна фізика та наноматеріали

освітня програма: «Прикладна фізика енергетичних систем»

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни «Моделювання теплофізичних процесів» є отримання бакалаврами систематизованих уявлень про різні розділи моделювання суцільних середовищ та початкових знань про теорію пружності та фізику рідин, різноманітні процеси, що відбуваються у цих середовищах.

#### 1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни «Моделювання теплофізичних процесів» мають продемонструвати такі результати навчання:

##### **знання:**

методи моделювання станів конденсованої речовини та суцільних середовищ, основні фізичні характеристики різних суцільних середовищ: рідини, кристалічні та аморфні тверді тіла; рівняння гідродинаміки ідеальної та неідеальної рідини, типові задачі гідродинаміки та теорії пружності.

##### **уміння:**

вміти застосовувати математичні методи чисельного моделювання різних суцільних середовищ, оцінювати основні фізичні характеристики рідин та твердих пружних тіл за визначеними умовами, проводити аналіз результатів розв'язку математичних задач щодо характеристик фізичного процесу.

#### 1.3. Кількість кредитів 4 кредита

#### 1.4. Загальна кількість годин 120 годин

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	-й
Семестр	
6-й	-й
Лекції	
0 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
0 год.	год.
Лабораторні заняття	
24 год.	год.
Самостійна робота	
96 год.	год.
В тому числі ндивідуальні завдання	

### 1.6. Заплановані результати навчання

У результаті навчання студенти придбають такий **досвід** використання систематизованих уявлень про математичні методи сучасної фізики суцільних середовищ, зокрема гідродинаміки, газодинаміки, та теорії пружності; а також уявлень про різноманітні процеси, що відбуваються у рідинах, газах та пружних твердих тілах.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### Розділ 1. Математична модель ідеальної рідини

#### Тема 1. Система рівняння ідеальної рідини.

Математичні моделі Ейлера і Лагранжа. Зв'язок інтегрального уявлення і диференціального. Рівняння безперервності. Методи інтегрування

#### Тема 2. Математична модель рівняння Ейлера.

Моделювання зберігання імпульсу. Рівняння Ейлера. Рівняння для швидкості.

#### Тема 3. Моделювання потоку імпульсу

Чисельні розв'язки рівняння для імпульсу. Тензор щільності потоку імпульсу.

#### Тема 4. Моделювання балансу енергії.

Закон зберігання енергії. Рівняння для ентропії. Моделі Ейлера і Лагранжа

### Розділ 2. Моделювання неідеальної рідини

#### Тема 1. Чисельні розв'язки рівняння Нав'є-Стокса. Моделювання потоків в'язкої

Рівняння Нав'є-Стокса та в'язкість рідин та газів. Потік в'язкої рідини між двома площинами. Формула Пуазеля. Задача про в'язку хвилю. Ламінарний потік. Число Рейнольдса. Турбулентність.

#### Тема 2. Дифузія та теплопровідність

Рівняння балансу енергії з урахуванням теплопровідності. Рівняння теплопровідності.

Чисельне рішення завдання про встановлення стаціонарного потоку тепла.

Чисельне рішення завдання про миттєве точковому джерелі.

Чисельне рішення завдання про теплову хвилю.

### Розділ 3. Моделювання розповсюдження звуку в рідинах та газах

#### Тема 1. Моделювання хвильового руху в ідеальній рідині

Періодичні рухи. Хвилі, що біжать вправо або вліво.

#### Тема 2. Поглинання звуку в середовищах

Моделювання розповсюдження звуку з поглинанням

## 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Розділ 1. Математична модель ідеальної рідини</i>												
<i>Тема 1.</i>	10			2		8						
<i>Тема 2.</i>	10			2		8						
<i>Тема 3.</i>	10			2		8						
<i>Тема 4.</i>	10			2		8						

	40		8	32						
Разом за розділом 1										
<i>Розділ 2. Моделювання неідеальної рідини</i>										
Тема 1.	20		4	16						
Тема 2.	20		4	16						
Разом за розділом 2	40		8	32						
<i>Розділ 3. Моделювання розповсюдження звуку в рідинах та газах</i>										
Тема 1.	20		4	16						
Тема 2.	20		4	16						
Разом за розділом 3	40		8	32						
<b>Усього годин</b>	120		24	96						

#### 4. Темы лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Система рівняння ідеальної рідини</i>	2
2	<i>Математична модель рівняння Ейлера.</i>	2
3	<i>Моделювання потоку імпульсу</i>	2
4	<i>Моделювання балансу енергії.</i>	2
5	<i>Чисельні розв'язки рівняння Нав'є-Стокса</i>	4
6	<i>Дифузія та теплопровідність</i>	4
7	<i>Моделювання хвильового руху в ідеальній рідині</i>	4
8	<i>Поглинання звуку в середовищах</i>	4
	Разом	24

#### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	<i>Вивчити систему рівнянь ідеальної рідини</i>	8
2	<i>Засвоїти математичну модель рівняння Ейлера.</i>	8
3	<i>Дослідити моделювання потоку імпульсу</i>	8
4	<i>Вивчити моделювання балансу енергії.</i>	8
5	<i>Дослідити чисельні розв'язки рівняння Нав'є-Стокса</i>	16
6	<i>Розглянути основні методи розв'язку задач дифузії та теплопровідності</i>	16
7	<i>Вивчити моделювання хвильового руху в ідеальній рідині</i>	16
8	<i>Засвоїти особливості поглинання звуку в середовищах</i>	16
	Разом	96

#### 6. Індивідуальні завдання

#### 7. Методи контролю

При оцінюванні успішності і зарахуванні окремих модулів враховуються робота студента під час проведення самостійної роботи. Формою підсумкового контролю успішності навчання є виконання завдань заліку.

## 8. Схема нарахування балів

Розділ 1				Розділ 2		Розділ 3			Залік	Сума
T1	T2	T3	T4	T1	T2	T1	T2			
5	10	5	10	5	10	5	10		40	100

T1, T2 ... – теми розділів.

## Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	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. Седов Л.И. Механика сплошной среды. В 2 т. М.: Наука, 1973. Т.1. 535 с.
2. Бабкин А.В., Селиванов В.В. Прикладная механика сплошных сред. В 3 т. М.: МГТУ, 1998. Т.1. 367 с.
3. Башта Т.М., Руднев С.С. и др. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. М.; Машиностроение, 1982. 423 с.
4. Седов Л.И. Введение в механику сплошной среды. М.: Гос. изд. ф-н лит-ры, 1962, 284 с.

### Допоміжна література

1. Бэтчелор Дж. Введение в динамику жидкости. М.: Мир, 1973. 792 с.
2. Валландер С.В. Лекции по гидроаэромеханике. Л.: Изд. ЛГУ, 1978. 296 с.
3. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. 4.1. - М.: Физматгиз, 1963. -584 с.
4. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. 4.2. - М.: Физматгиз, 1963. -728 с.
5. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Проблемы гидродинамики и их математические модели. М.: Наука, 1973. 416 с.
6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика том 6-й: Гидродинамика. М.: Наука, 1986 736 с.

**Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції,  
інше методичне забезпечення**

1. [https://ru.wikipedia.org/wiki/механіка\\_суцільних\\_середовищ](https://ru.wikipedia.org/wiki/механіка_суцільних_середовищ)
2. [http://ua-referat.com/Поняття\\_суцільного\\_середовища](http://ua-referat.com/Поняття_суцільного_середовища)
3. [http://studopedia.com.ua/1\\_131126\\_elementi-mehaniki-sutsilnih-seredovishch.html](http://studopedia.com.ua/1_131126_elementi-mehaniki-sutsilnih-seredovishch.html)
4. <http://lectoriy.mipt.ru/course/TheoreticalPhysics-ContinuumMechanics-14L>