

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет

(назва факультету)

Кафедра теоретичної фізики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана/директора

з навчальної роботи

18 вересня 2022 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ<sup>1</sup>**  
**ТЕОРІЯ СУЦІЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ**

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань 10. Природничі науки  
(шифр і назва)

спеціальність 104. Фізика та астрономія  
(шифр і назва спеціальності)

освітній рівень бакалавр  
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

освітня програма фізика  
(назва освітньої програми)

спеціалізований  
вибірковий блок Теоретична фізика  
(за наявності) (назва)

вид дисципліни вибіркова

Форма навчання	<u>очна</u>
Навчальний рік	<u>2022/2023</u>
Семестр	<u>5</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>3</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма заключного контролю	<u>залік</u>

Викладачі: Ледней М.Ф.

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

Розробник(и): Ледней М.Ф., доктор фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри теоретичної фізики

(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри теоретичної фізики

Решетняк В.Ю. (Решетняк В.Ю.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 19 від «27» травня 2022 р.

Схвалено науково - методичною комісією факультету/інституту (педагогічною радою коледжу)

Протокол від «10» червня 2022 року № 42

Голова науково-методичної комісії Оліх О.Р.  
(підпис)

(Оліх О.Р.)  
(прізвище та ініціали)

Голова педагогічної ради (для коледжів)

«    » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**1. Мета дисципліни.** Метою викладання навчальної дисципліни «Теорія суцільних середовищ» є набуття студентами глибоких знань із різних аспектів теорії суцільних середовищ, вивчення методів вирішення актуальних задач і створення фундаментального понятійного апарату, необхідного в подальшому при вивченні цілого ряду спеціальних дисциплін. Задачами вивчення дисципліни є вивчення основних понять, явищ і процесів у суцільних середовищах на основі феноменологічних теорій, а також набуття навичок побудови математичних моделей цих процесів для вирішення науково-дослідних і практичних задач.

## **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

Знати основні підходи і принципи векторного і тензорного аналізу, теорії функції комплексної змінної, диференціальних рівнянь, класичної механіки, термодинаміки, методів математичної фізики.

Вміти застосовувати отримані знання з курсів математичного аналізу, класичної механіки, термодинаміки, методів числових обчислень при вирішенні поставлених задач.

Володіти елементарними навичками обчислення операцій над векторними і тензорними об'єктами, знаходження розв'язків звичайних диференціальних рівнянь та рівнянь у частинних похідних, методами теорії функцій комплексної змінної.

## **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Нормативна дисципліна «Теорія суцільних середовищ» є складовою циклу дисциплін самостійного вибору навчального закладу для професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр фізики» та базовою для вивчення всіх фізичних дисциплін. На теперішній час пізнання природи і вирішення багатьох актуальних технічних задач вимагає побудови нових моделей для глибокого і більш детального опису механічних і фізичних об'єктів, взаємодій і явищ. Вивчення даної дисципліни студентами особливо корисно не стільки з точки зору уже відомих застосувань, скільки в огляді перспективних проблем, які стануть предметом досліджень і застосувань у майбутньому. У зв'язку з цим появляється необхідність викладання в класичних університетах курсу теорії суцільних середовищ як загальної основи для розвитку термодинаміки, гідродинаміки, газової динаміки, теорії пружності, пластичності і других розділів фізики і, зокрема, механіки.

Програма курсу орієнтована на студентів, які вже знайомі з математичним аналізом, навчальними курсами класичної механіки, векторного і тензорного аналізу, теорії функції комплексної змінної, диференціальних рівнянь та методів математичної фізики.

Результати навчання полягають в наступному:

формування уявлень про роль теорії суцільного середовища у вирішенні сучасних прикладних інженерних задач та про безпосередній зв'язок дисципліни з математичним моделюванням;

формулювання основних гіпотез і припущень феноменологічного підходу до вивчення теорії суцільного середовища;

вивчення методів побудови загальних рівнянь і співвідношень, що моделюють рух суцільного середовища;

оволодіння практичними навичками побудови і спрощення рівнянь та визначальних співвідношень теорії суцільного середовища при вирішенні прикладних інженерних задач;

формування вміння виконувати аналіз коректності постановок актуальних задач і обґрунтування вибору шляху і розробки алгоритму їх вирішення;

набуття навичок самостійного пошуку і поповнення знань в області механіки деформації тіл, рідин і газів.

Методи викладання: лекції та консультації. Методи оцінювання: опитування в процесі лекційних занять, контрольні роботи після основних розділів курсу та залік у кінці курсу (5-ий семестр). Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (40 балів) та заліку (60 балів).

**4. Завдання (навчальні цілі)** Ціллю засвоєння дисципліни є формування у студентів уявлень про основні моделі і методи теорії суцільного середовища та їх застосування при вирішенні практичних задач. Ознайомлення і вивчення явищ і процесів природи на основі феноменологічних теорій суцільних середовищ, а також набуття навичок застосування математичних моделей цих теорій для вирішення науково-дослідних і практичних задач.

Згідно вимог проекту Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти (сьомий рівень НРК України), галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОПП "Фізика", дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних компетентностей:

*інтегральної:*

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

*загальних:*

□ здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1);

*фахових:*

знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії (ФК1);

здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів (ФК3);

здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту (ФК7);

здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації (ФК9);

здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей (ФК10);

здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту (ФК14);

здатність аналізувати світові тренди розвитку фізики та астрономії для вибору власної освітньої траєкторії навчання та тематики майбутніх наукових досліджень (ФК15).

## 5. Результати навчання за дисципліною:

<b>Результат навчання</b> (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		<b>Методи викладання і навчання</b>	<b>Методи оцінювання</b>	<b>Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни</b>
<b>Код</b>	<b>Результат навчання</b>			
<b>1</b>	1.1 Методи вирішення звичайних диференціальних рівнянь та рівнянь у частинних похідних	Лекція, самостійна робота	Домашні завдання, усні відповіді, контрольна робота	6
	1.2 Основні поняття, визначення і теореми теорії суцільних середовищ	Лекція, самостійна робота	Домашні завдання, усні відповіді, контрольна робота	6
	1.3 Основні моделі теорії пружності, пластичності, механіки рідини і газу	Лекція, самостійна робота	Домашні завдання, усні відповіді, контрольна робота	8

	1.4 Моделі ізотропних та анізотропних деформованих твердих середовищ	Лекція, самостійна робота	Домашні завдання, усні відповіді, контрольна робота	8
	1.5 Моделі ідеальної стискуваної і нестискуваної рідини та досконалого газу	Лекція, самостійна робота	Домашні завдання, усні відповіді, контрольна робота	8
	1.6 Моделі в'язкої рідини	Лекція, самостійна робота	Домашні завдання, усні відповіді, контрольна робота	8
	1.7 Моделі лінійного і нелінійного пружного тіла, ідеального пластичного тіла	Лекція, самостійна робота	Домашні завдання, усні відповіді, контрольна робота	8
	1.8 Вирішення найпростіших задач теорії пружності та механіки рідини і газу	Лекція, самостійна робота	Домашні завдання, усні відповіді, контрольна робота	8
<b>2</b>	2.1 Вибирати модель і здійснювати постановку початково-межових задач теорії суцільних середовищ	Лекція, самостійна робота	Домашні завдання, усні відповіді, контрольна робота	8
	2.2 Реалізовувати математичне вирішення задач теорії суцільних середовищ	Лекція, самостійна робота	Домашні завдання, усні відповіді, контрольна робота	8
	2.3 Вдосконалювати моделі теорії суцільних середовищ	Лекція, самостійна робота	Домашні завдання, усні відповіді, контрольна робота	8
	2.4 Розробляти аналітичні, наближені і числові методи вирішення задач механіки деформованого твердого тіла, рідини і газу	Лекція, самостійна робота	Домашні завдання, усні відповіді, контрольна робота	8
	2.5 Проводити аналіз отриманих результатів	Лекція, самостійна робота	Домашні завдання, усні відповіді, контрольна робота	8

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін)

<b>Результати навчання дисципліни</b>	<b>Програмні результати навчання</b>													
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	
1. ПРН1.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.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
2. ПРН4. Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
3. ПРН8. 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.														
4. ПРН13. Розуміти зв'язок фізики та астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5. ПРН24. Розуміти місце фізики та астрономії у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6. ПРН28. Мати уявлення про трансдисциплінарний шлях розвитку науки та його значення для вибору майбутньої освітньої траєкторії.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

## 7. Структура курсу

Курс складається з 2-х змістових модулів та включає в себе 32 год. лекцій і 58 год. самостійної роботи (всього 90 год.).

## 8. Схема формування оцінки:

**8.1 Форми оцінювання студентів:** (азначається перелік видів робіт та форм їх контролю / оцінювання із зазначенням Min. – рубіжної та Max. кількості балів чи відсотків)

### - семестрове оцінювання:

Під час **поточного** контролю (ПК) розуміння матеріалу дисципліни перевірятиметься шляхом розв'язування задач, заданих на самостійну роботу. Розв'язки цих задач будуть обговорюватися, аналізуватися та перевірятися на лекційних заняттях. Виконання завдань повинно бути свідомим, копіювання робіт інших студентів не зараховується. За виконання всіх завдань змістових модулів протягом семестру студент може отримати наступні бали:

Модульна контрольна робота № 1 — 10 балів.

Модульна контрольна робота № 2 — 10 балів.

Самостійна робота над задачами протягом семестру — 15 балів.

Реферати, доповіді, усні відповіді — 5 балів.

### - підсумкове оцінювання у формі заліку<sup>1</sup>.

Підсумковий семестровий контроль проводиться у формі **заліку**. Оцінка виставляється за результатами письмових робіт. Під час заліку оцінюються загальні результати вивчення всього навчального курсу.

<sup>1</sup> Семестрову кількість балів формують бали, отримані студентом у процесі теоретичного засвоєння матеріалу з усіх розділів дисципліни, семінарських занять, виконання практичних, лабораторних, індивідуальних, підсумкових контрольних робіт творчих робіт впродовж семестру, передбачених робочою навчальною програмою ( якщо дисципліна завершується екзаменом (заліком), то розподіл здійснюється за таким алгоритмом: **40 балів (40%) – семестровий контроль і 60 балів (60% екзамен (залік))**.

	ЗМ1	ЗМ2	залік	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	<u>12</u>	<u>12</u>	<u>36</u>	<u>60</u>
<b>Максимум</b>	<u>20</u>	<u>20</u>	<u>60</u>	<u>100</u>

На заліку студент може максимально отримати **60 балів**. Оцінка за залік не може бути меншою **36 балів** для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

Студент не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше **24 балів**<sup>У</sup> мови допуску до заліку наступні:

- обов'язково здати два реферати, написані власноруч з виведенням всіх формул по темі;
- здати розв'язок не менше 50 % обов'язкових задач, що виносяться на самостійну роботу;
- пройти письмову перевірку знань та розумінь основних означень та формул у формі диктанту.

**8.2 Організація оцінювання:** (обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтовного графіку оцінювання).

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається із 2 змістових модулів. Система оцінювання знань включає поточний, модульний та семестровий контроль знань. Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою. Форми поточного контролю: оцінювання домашніх робіт, письмових самостійних завдань, тестів та контрольних робіт, виконаних студентами під час самостійної роботи. Студент може отримати максимально 20 балів за виконання домашніх робіт, самостійних завдань, усні відповіді, тести, доповнення на лекційних заняттях (по 10 балів в кожному змістовому модулі). Модульний контроль включає 2 модульні контрольні роботи. Студент може отримати максимально за модульні контрольні роботи 20 балів (по 10 балів за кожен модульну контрольну роботу). Підсумковий семестровий контроль проводиться у формі заліку в п'ятому семестрі (60 балів). Залікове завдання включає 2 теоретичних питання та 1 практичне завдання (по 20 балів кожне).

### 8.3 Шкала відповідності оцінок

<b>Відмінно / Excellent</b>	90-100
<b>Добре / Good</b>	75-89
<b>Задовільно / Satisfactory</b>	60-74
<b>Незадовільно / Fail</b>	0-59

<sup>2</sup> У випадку, коли дисципліна завершується екзаменом (заліком) не менше – **20 балів**, а рекомендований мінімум **не менше 24 балів**, оскільки якщо студент на екзамені (заліку) набрав менше **36 балів** (а це 60% від 60 балів, відведених на екзамен (залік)) то вони **не додаються** до семестрової оцінки незалежно від кількості балів, отриманих під час семестру, а в екзаменаційній (заліковій) відомості у графі «результуюча оцінка» переноситься лише кількість балів, отриманих під час семестру.

**9. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій, практичних занять та самостійних робіт**

**V СЕМЕСТР**

№ теми	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	Практичні заняття	Самост. робота
<b>Змістовий модуль 1</b>				
1	<b>Вступ в теорію суцільних середовищ.</b> Предмет теорії суцільних середовищ. Структура реальних тіл. Основні гіпотези механіки суцільних середовищ.	1		3
2.1	<b>Кінематика суцільного середовища.</b> Опис Лагранжа та Ейлера руху суцільного середовища. Скалярні, векторні і тензорні поля.	2		3
2.2	Швидкості та прискорення в суцільному середовищі. Перехід від змінних Ейлера до змінних Лагранжа і навпаки.	2		4
2.3	Рівняння неперервності в криволінійних координатах. Рівняння неперервності в змінних Ейлера і Лагранжа.	2		4
3	<b>Гідростатика.</b> Рівняння Ейлера. Закон Паскаля. Закон Архімеда. Умови рівноваги тіл в рідині. Закони плавання тіл.	2		3
4.1	<b>Гідродинаміка ідеальної рідини.</b> Поняття ідеальної рідини. Рівняння Ейлера.	2		4
4.2	Рівняння Ламба–Громекі. Інтеграл Бернуллі та Коші.	2		4
4.3	Течії в ідеальній рідині. Замкнута система рівнянь гідродинаміки.	2		4
4.4	Явища переносу. Континуальні рівняння.	2		4
	<b>Модульна контрольна робота №1</b>			2
<b>Змістовий модуль 2</b>				
5	<b>Хвильові рухи.</b> Гравітаційні хвилі. Звукові хвилі. Надзвукові течії. Ударні хвилі.	2		3
6.1	<b>Гідродинаміка в'язкої рідини.</b> Поняття в'язкої рідини. Рівняння Нав'є-Стокса. Ламінарність і турбулентність. Досліди Рейнольдса.	3		4
6.2	Критерії подібності. Теорія примежового шару.	2		3
7.1	<b>Теорія пружності.</b> Тензор пружних напруг. Види деформацій.	2		3
7.2	Діаграми деформацій. Тензор деформацій.	3		4
7.3	Тензорні поля. Узагальнений закон Гука.	3		4
	<b>Модульна контрольна робота №2</b>			2
<b>ВСЬОГО</b>		<b>32</b>		<b>58</b>



**Загальний обсяг 90 год.**, в тому числі (вибрати необхідне):

Лекцій – 32 год.

Семінари – год.

Практичні заняття - \_\_ год.

Лабораторні заняття - \_\_ год.

Тренінги - \_\_\_\_ год.

Консультації - \_\_ год.

Самостійна робота – 58 год.

## **9. Рекомендовані джерела:**

### **Основні**

- [1] Морозов Н.Ф. Лекции по избранным вопросам механики сплошных сред. — Л.: Изд-во ленинград. ун-та, 1975.
- [2] Лурье А.И. Теория упругости. — М.: Наука, 1980, 940с.
- [3] Мусхелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. — М.: Наука, 1966, 634с.
- [4] Васидзу Кюитри. Вариационные методы в теории упругости и пластичности. — М.: Мир, 1987, 542с.
- [5] Ишлинский А.Ю., Ивлев А.Д. Математическая теория пластичности. — М.: Физматлит, 2001, 704с.
- [6] Ржаницын А.Р. Теория ползучести. — М.: Стройиздат, 1968, 418с.
- [7] Новожилов В.В. Теория тонких оболочек. — Л.: Судпрогиз, 1962, 432с.
- [8] Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т. 1,2. — М.: Наука, 1994.
- [9] Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. — М.: Наука, 1986.
- [10] Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости. — М.: Наука, 1986.
- [11] Механика сплошных сред в задачах. Под ред. М.Э. Эглин. — М.: Московский лицей, Т. I-II, 1996.

### **Додаткові**

- [12] Александров А.В., Потапов В.Д. Основы теории упругости и пластичности. - М.: Высшая школа, 1990, 398с.
- [13] Новацкий В. Теория упругости. — М.: Мир, 1975, 872с.
- [14] Зубчанинов В.Г. Основы теории упругости и пластичности. -- М.: Высшая школа, 1990, 367с.
- [15] Огибалов П.М., Колтунов М.А. Оболочки и пластины. — М.: Изд-во МГУ. 1969. 696 с.
- [16] Ильюшин А.А. Механика сплошной среды — М.: Изд-во МГУ. 1990. 310 с.
- [17] Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика.— М.: Физматгиз, 1963.
- [18] Атанацкович Т., Гуран А. Лекции по теории упругости (под редакцией А.Л. Смирнова и П.Е. Товстика). СПбГУ, 2003.