

# КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра математики та теоретичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи

\_\_\_\_\_ Олексій НЕЧИПОРУК

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 року

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ СТАТИСТИЧНА ФІЗИКА

галузь знань  
спеціальність  
освітній рівень  
освітні програми  
вид дисципліни

**10 Природничі науки**  
**105 Прикладна фізика та наноматеріали**  
**перший (бакалавр)**  
**Електроніка та інформаційні технології в медицині**  
**обов'язкова**

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестри	6
Кількість кредитів ECTS	4
Мова навчання	українська
Форма заключного контролю	іспит

### Викладачі:

**Вячеслав ОБУХОВСЬКИЙ**, доктор фіз.-мат. наук, професор, професор кафедри математики та теоретичної радіофізики,

**Андрій НЕТРЕБА**, кандидат фіз.-мат. наук, доцент, кафедра математики та теоретичної радіофізики

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КИЇВ-2022**

**Розробники:**

**Вячеслав ОБУХОВСЬКИЙ**, доктор фіз.-мат. наук, професор, професор кафедри математики та теоретичної радіофізики,

**Андрій НЕТРЕБА**, кандидат фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри математики та теоретичної радіофізики

**«ЗАТВЕРДЖЕНО»**

Завідувач кафедри математики та теоретичної радіофізики

\_\_\_\_\_ Володимир ВИСОЦЬКИЙ

Протокол № \_\_\_\_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 року

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № \_\_\_\_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 року

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ Сергій РАДЧЕНКО

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 року

## ВСТУП

**Мета навчальної дисципліни:** Підготувати слухачів до вивчення спеціальних дисциплін, в яких використовуються методи статистичної фізики, а також для роботи із сучасною науковою літературою. «Статистична фізика» є завершальною дисципліною циклу «Теоретична фізика». Вона необхідна для формування професійних знань та компетентностей фахівця з Прикладної фізики. Особливе місце та важливе значення методи статистичної фізики посідають при подальшому вивченні освітніх компонент освітньої програми, які спеціалізуються на прикладних методах електроніки, теорії обробки сигналів та даних для напрямків лікувальних медичних приладів та діагностичних систем.

Методи статистичної фізики широко використовуються при вивченні інших дисциплін, що вивчаються в наступних семестрах бакалаврату та в магістратурі.

### **2. Попередні вимоги для вивчення навчальної дисципліни:**

До вивчення дисципліни «Статистична фізика» необхідно успішне опанування наступних курсів: «Математичний аналіз», «Диференціальні рівняння та теорія ймовірностей», «Молекулярна фізика», «Квантова механіка».

**3. Анотація навчальної дисципліни:** «Статистична фізика» включає основні розділи молекулярної фізики, термодинаміки, теорії ймовірностей. В результаті вивчення дисципліни «Статистична фізика» студент отримає підготовку, достатню для подальшого навчання за освітніми програмами Прикладної фізики, Екофізики, самостійного вивчення необхідної наукової літератури, рішення типових задач, що потребують використання статистичних методів. Викладені теми та методи широко використовуються при вивченні інших дисциплін у наступних семестрах бакалаврату та в магістратурі.

### **4. Завдання (навчальні цілі):**

- Надати студентам основні теоретичні відомості з навчальної дисципліни Статистична фізика.
- Навчити застосовувати основні відомості курсу у професійній діяльності, розвивати у студентів аналітичне мислення та науковий підхід.
- Навчити застосовувати отримані знання та уміння для моделювання фізичних і економічних проблем.

Дисципліна спрямована на формування наступних загальних компетентностей:

ЗК-3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК-8. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК-9. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК-12. Навички міжособистісної взаємодії.

ЗК-13. Здатність працювати автономно.

Дисципліна спрямована на формування наступних фахових компетентностей:

ФК-2 Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.

ФК-4 Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження.

ФК-5 Здатність брати участь у розробці схем фізичних експериментів та обранні необхідного обладнання та пристроїв для проведення експерименту.

ФК-6 Здатність брати участь у обробленні та оформленні результатів експерименту.

**5. Результати навчання.** У результаті вивчення дисципліни «Статистична фізика» студент отримає підготовку, достатню для подальшого навчання за освітньою програмою, самостійного вивчення необхідної наукової літератури, вирішення типових задач, що потребують використання методів та знань у галузі електродинаміки.

Результат навчання (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	<b>знати:</b>	лекційні заняття, практичні заняття	іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	до 50
1.1	Основи теорії імовірностей	лекційні заняття, практичні заняття	, іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
1.2	Основи термодинаміки	лекційні заняття, практичні заняття	, іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
1.3	Основні закони статистичної фізики	лекційні заняття, практичні заняття	іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
1.4	Статистичні розподіли, характеристики та сфера застосування для опису статистичних явищ	лекційні заняття, практичні заняття	іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
2	<b>вміти:</b>	практичні заняття	контрольні та самостійні роботи	до 30

2.1	Вирішувати типові задачі, що потребують використання методів статистичної фізики	практичні заняття	контрольні та самостійні роботи	
2.2	Знаходити оптимальну методику, необхідну для розв'язання задачі статистичної фізики, проблеми, технічного інженерного завдання	практичні заняття	контрольні та самостійні роботи	
<b>3</b>	<b>комунікація</b>			до 10
3.1	Розподіляти акценти при пошуку оптимальних методик розв'язання задачі	практичні заняття, самостійна робота	контрольні та самостійні роботи	
<b>4</b>	<b>автономність та відповідальність</b>			до 10
4.1	Оптимально планувати роботу при самостійному вивченні матеріалу	практичні заняття, самостійна робота	контрольні та самостійні роботи, іспит	

**6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання**

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни		Код							
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	3.1	4.1		
ПРН 1. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики	+	+	+	+	+	+				
ПРН 2. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики	+	+		+	+	+				
ПРН 7. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій	+	+		+	+	+				
ПРН 9. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики							+	+		
ПРН 13. Презентувати результати досліджень і розробок фахівцям і нефахівцям, аргументувати власну позицію							+	+		
ПРН 15. Вміти аналізувати дані, робити узагальнення та самостійні висновки щодо отриманих наукових і практичних результатів в усній та письмовій формі							+	+		

## 7. Схема формування оцінки

### 7.1. форми оцінювання:

- **Семестрове оцінювання:** Передбачено проведення трьох письмових контрольних робіт за матеріалом практичних занять (МКР-1, МКР-2, МКР-3). Модульна контрольна роботи зараховується, якщо студент за даний модуль набрав не менше 9 балів. За кожен модульну контрольну роботу нараховується максимум по 12 балів. Активність на практичних заняттях оцінюється максимум в 5 балів. По результатах семестрового оцінювання студент може отримати максимум 60 балів. Умови допуску до іспиту: студент повинен мати зарахованими всі модульні контрольні роботи та набрати під час семестру не менше за 21 бал.
  - **Робота в аудиторії** є частиною відповідного модуля, відповіді «біля дошки», виконання домашніх завдань є складовою частиною відповідного модуля.
  - **Письмові контрольні роботи** проводяться після завершення відповідних тем. Замість контрольних робіт можуть бути зараховані індивідуальні завдання.
- **Підсумкове оцінювання:** форма іспиту – письмово-усна. Білет іспиту складається із 4 питань:
1. теоретичне питання базове (оцінюється від 0 до 10 балів);
  2. теоретичне питання СРС (оцінюється від 0 до 10 балів);
  3. практична задача (оцінюється від 0 до 10 балів);
  4. практична задача (оцінюється від 0 до 10 балів).

Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення сумарної позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів.

## 7.2. Організація оцінювання

Оцінювання за формами контролю:

Семестрова робота	Кількість балів	
	Min — 21 (за сем.)	Max — 40 (за сем.)
Оцінка активності на практичних заняттях	3	10
Модульна контрольна робота 1	6	10
Модульна контрольна робота 2	6	10
Модульна контрольна робота 3	6	10

Орієнтований графік оцінювання:

Форма оцінювання	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Модульна контрольна робота 1	березень
Модульна контрольна робота 2	квітень
Модульна контрольна робота 3	травень
Добір балів/додаткова контрольна робота	травень-червень
Залік	червень

Розрахунок балів, які отримують при успішній здачі іспиту:

Значення	Змістовні модулі	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	21	39	60
Максимум	40	60	100

## 4.3. Шкала відповідності оцінок

Іспит

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
<b>Відмінно</b> / Excellent	90-100%
<b>Добре</b> / Good	75-89%
<b>Задовільно</b> / Satisfactory	60-74%
<b>Незадовільно</b> / Fail	0-59%

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

**Примітка:** Теми практичних та семінарських занять співпадають із темами відповідних лекцій.

№	Тема	Кількість годин (лекції)	Кількість годин (практичні заняття)	Самостійна робота студента (СРС)
<b><i>Змістовний модуль №1</i></b>				
1	Імовірність і середні величини. Флуктуації і моменти вищих порядків.	2	2	3
2	Біноміальний розподіл. Стани системи. Основний постулат статистичної фізики.	2	2	4
3	Мікроканонічний розподіл Гібса. Модель багатьох осциляторів.	2	2	4
4	Канонічний розподіл Гібса. Великий канонічний розподіл Гібса.	2	2	4
<b><i>Змістовний модуль №2</i></b>				
5	Ферміони та бозони. Статистична сума. Розподіл Фермі-Дірака.	2	2	5
6	Розподіл Бозе – Ейнштейна Розподіл Планка	2	2	5
7	Канонічний розподіл в класичному наближенні. Перший принцип термодинаміки. Робота і теплота.	2	2	5
8	Ентропія і інформація. Термодинамічні потенціали.		2	5
9	Ідеальний класичний газ. Квантовий об'єм.	2	2	5
<b><i>Змістовний модуль №3</i></b>				
10	Ідеальний Фермі-газ. Електрони в металі.	2	2	4
11	Ідеальний Бозе-газ. Теплове випромінювання. Розподіл Релея.	2	2	4



12	Дифузія і процеси переносу.	2	2	4
13	Статистична фізика рідких систем	2	2	6
14	Вибрані розділи статфізики	2	2	6
	<b><i>ВСЬОГО</i></b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>64</b>

Загальний обсяг **120** год., в тому числі:

Лекції **28** год.

Консультації **0** год.

Практичні **28** год.

Самостійна робота **64** год.

## 8.2 Самостійна робота студентів (СРС).

	Тема СРС	
1.	Неідеальні гази	
2.	Рівновага фаз.	
3.	Формула Клайперона – Клаузіуса.	
4.	Кінетичне рівняння Больцмана	
5.	Закон діючих мас	
6.	Хімічні реакції. Умова хімічної рівноваги.	
7.	Модель Дебая	
8.	Фазові переходи другого роду	
9.	Процес Джоуля-Томпсона	
10.	Статистична теорія рідкого стану	

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

- [1] Дацюк В.В., Ледней М.Ф., Пінкевич І.П. Термодинаміка і статистична фізика. К.: Видавництво КНУШ, 2012.
- [2]. В.В.Мартинюк, О.М.Жагловська. Статистична фізика. Вінниця, ВНТУ, 2014.
- [3]. К.Б.Толпиго. Термодинаміка та статистична фізика. – Вид. Київський університет, 1966.
- [4]. А.М.Федорченко. Вступ до курсу статистичної фізики та термодинаміки . Київ: 1973.
- [5] L.Landau, E.Lifshitz Statistical Physics, Pergamon Press Ltd, Headington Hill Hall, Oxford, 1970
- [6]. М.В.Дудик. Термодинаміка і статистична фізика. Умань, УДПУ, 2015.
- [7]. В.В. Обуховський, А.В. Нетреба Збірник задач із статистичної фізики. Навчальний посібник. – Київ, Вікпринт, 2021, - 120 с.