

# 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  
освітньо-наукові програми

**10 Природничі науки**  
**105 Прикладна фізика та наноматеріали**  
**Електроніка та інформаційні технології в медицині**  
**Прикладна фізика, наноелектроніка та комп'ютерні технології**  
**Екофізика**

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестри	6
Кількість кредитів ETCS	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, декан ФРЕКС, 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, декан ФРЕКС, кафедра 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

**1. 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 професійного світогляду фахівця з Прикладної фізики, включаючи Еконофізику. 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 імовірностей. В результаті вивчення дисципліни «Статистична фізика» студент отримає підготовку, достатню для подальшого навчання за освітніми програмами Прикладної фізики, Еконофізики, 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-4 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ЗК-9 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

Дисципліна спрямована на формування наступних фахових компетентностей:

ФК-8 Здатність розуміти і використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі економіки, фізики для пошуку методів можливих рішень

ФК-9 Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання для знаходження спільних рис в фізичних та економічних задачах

**5. Результати навчання.** У результаті вивчення дисципліни «Статистична фізика» студент отримує 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			
<b>1</b>	<b>знати:</b>	лекційні заняття	іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	до 50
1.1	Основи термодинаміки	лекційні заняття	іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
1.2	Основні закони, теорії і методики класичної статистичної фізики	лекційні заняття	іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
1.3	Квантові статистичні розподіли та їхні головні застосування	лекційні заняття	іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
<b>2</b>	<b>вміти:</b>	практичні заняття	контрольні та самостійні роботи	до 50
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 задач статистичної фізики, знаходити аналогії між фізичними і економічними проблемами.	практичні заняття	контрольні та самостійні роботи	

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

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2
Програмні результати навчання (назва)						
ПРН 1. Розуміти предметну область сучасної прикладної фізики та математики	+	+	+	+	+	+
ПРН 7. Вміти застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, приладів і наукоємних технологій	+	+	+	+	+	+
ПРН 8. Вміти розробляти фізичні основи створення нових технологій (для ОП Екофізика)	+	+	+	+	+	+

## 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 заліку в першому семестрі: студент повинен мати зарахованими всі модульні контрольні роботи та набрати під час семестру не менше за 36 балів.
  - **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.

- **Умови допуску до іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання студентом протягом другого семестру не менше, ніж 36 балі. Студенти, які набрали сумарно меншу кількість балів, для одержання допуску до іспиту повинні написати на необхідну мінімальну кількість балів додаткову контрольну роботу. У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

## 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.

<i>№</i>	<i>Тема</i>	<i>Кількість годин (лекції)</i>	<i>Кількість годин (практичні заняття)</i>	<i>Самостійна робота студента (СРС)</i>
<b>Змістовний модуль №1</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	Мікροканонічний розподіл Гібса. Модель багатьох осциляторів.	2	2	4
4	Канонічний розподіл Гібса. Великий канонічний розподіл Гібса.	2	2	4

<b>Змістовний модуль №2</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	2	5
9	Ідеальний класичний газ. Квантовий об'єм.	2	2	5
<b>Змістовний модуль №3</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	4
14	Вибрані розділи статфізики	4	2	6
	<b><i>ВСЬОГО</i></b>	<b><i>30</i></b>	<b><i>28</i></b>	<b><i>62</i></b>

## 7.2 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	

### Примітка:

- Кожний екзаменаційний білет містить одне питання СРС.
- Схему бального оцінювання описано вище. Для орієнтації корисно використовувати такий критерій: хто опанував лише лекційний матеріал максимальна оцінка – «добре». На «відмінно» треба знати ще матеріал СРС – дати відповідь на усні чи письмові питання.

## **8. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

- [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.Толпыго. Термодинамика и статистическая физика. Изд-во Киевский университет.1966.
- [4]. А.М.Федорченко. Вступ до курсу статистичної фізики та термодинаміки . Киев: 1973.
- [5] L.Landau, E.Lifshitz Statistical Physics, Pergamon Press Lld, Headington Hill Hall, Oxford, 1970
- [6]. М.В.Дудик. Термодинаміка і статистична фізика. Умань, УДПУ, 2015

## ДОДАТКИ:

### 9. Рекомендації до оцінки типів навчальної роботи.

		Знання	Уміння	Комунікаційність	Автономність (ініціативність) і відповідальність
1	Лекції	100			
2	Семінари	80		20	
3	Практичні заняття	50	50		
4	Лабораторні роботи		100		
5	Практика		80		20
6	Презентації, захист робіт	80		20	
7					

### 10а. Результати навчання за дисципліною:

Код	Результат навчання	Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
<b>1</b>	<b>студент повинен знати:</b>			
1.1	основні закони, теорії і методики статистичної фізики	лекційні заняття	Іспит контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	до 50
1.1 а	Класичні статистичні розподіли	лекційні заняття	Іспит контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	

1.1 б	Квантові статистичні розподіли	лекційні заняття	Іспит контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
<b>2</b>	студент повинен <b>вміти</b> :			
2.1	Вирішувати типові задачі, що потребують використання методів статистичної фізики	проведення практичних занять	контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	до 50
2.1 а	Правильно визначати статистичні розподіли, необхідні для рішення задачі, проблеми			
2.1 б	Знаходити оптимальну методику, необхідну для рішення задачі, проблеми			

(Коди результатів навчання: 1-знати; 2-вміти; 3-комунікація, 4-автономність та відповідальність. До Таблиці включаються лише коди тих результатів навчання, що відповідають характеристикам даної дисципліни.)

### 10.6 Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

	ЗНАННЯ (код 1)			УМІННЯ (код 2)		
	1.1	1.1a	1.1б	2.1	2.1a	2.1б
<b>Програмні результати навчання (назва)</b>						
Основні закони, теорії і методики статистичної фізики	+					
		+				

А) Класичні статистичні розподіли						
Б) Квантові статистичні розподіли			+			
Вирішення типових задач, що потребують використання методів статистичної фізики				+		
А) Правильно визначати статистичні розподіли, необхідні для рішення задачі, проблеми					+	
Б) Знаходити оптимальну методику, необхідну для рішення задачі, проблеми						+

11. **Розробники:** Обуховський Вячеслав Володимирович, доктор фіз.мат. наук, професор кафедри МТРФ.