

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет

Кафедра молекулярної фізики



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ В ТЕОРІЇ ПОЛІМЕРІВ**

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 фізичне матеріалознавство/ неметалічне матеріалознавство  
(назва освітньої програми)  
вид дисципліни вибіркова *BC 4.3.1*

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	шостий
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач: доцент Лазаренко Максим Михайлович

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

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

КИЇВ – 2022

Розробник: Лазаренко Максим Михайлович, д.ф.-м.н., доцент кафедри молекулярної фізики.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри молекулярної фізики

(підпис)

(Булавін Л.А.)

(прізвище та ініціали)

Протокол № 12 від «19» квітня 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету<sup>1</sup>

---

Протокол від «10» червня 2022 року № 11

Голова науково-методичної комісії

(підпис)

( Оліх О.Я.)

(прізвище та ініціали)

---

<sup>1</sup> У випадку читання дисципліни, яка не є профільною для факультету чи інституту обов'язковим є погодження з науково-методичною комісією профільного факультету. У випадку економічних та юридичних наук погодження із предметною комісією з економічних та юридичних наук при Науково-методичній раді Університету.

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – є оволодіння сучасними статистичними методами фізики полімерів, теоретичними положеннями та основними застосуваннями цих методів при постановці та інтерпретації експериментів.

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

1. Знати основні закони та поняття з курсів загальної фізики, молекулярної фізики, фізики твердого тіла та класичної механіки для освоєння теоретичних питань з курсу «Статистичні методи в теорії полімерів».

2. Вміти застосовувати набуті раніше знання з курсів математичного аналізу, диференціальних рівнянь, математичної фізики, загальної фізики, статистичної фізики, фізики твердого тіла для розв'язку практичних завдань з курсу «Статистичні методи в теорії полімерів».

3. Володіти елементарними навиками пошуку та опрацювання спеціалізованої літератури, розв'язку алгебраїчних і диференціальних рівнянь, побудови та аналізу графічних залежностей.

**3. Анотація навчальної дисципліни:** В рамках курсу «Статистичні методи в теорії полімерів» розглядаються сучасні статистичні методи теорії полімерів. Мета вивчення дисципліни - є оволодіння сучасними статистичними методами фізики полімерів, теоретичними положеннями та основними застосуваннями цих методів при постановці та інтерпретації експериментів. Навчальна задача курсу полягає у засвоєнні методів статистичної теорії полімерів. Результати навчання полягають в умінні логічно і послідовно формулювати основні принципи і закони теорії полімерів. Методи викладання: лекції, лабораторні роботи, консультації. Методи оцінювання: опитування в процесі лекції, контрольні та практичні роботи після основних розділів спецкурсу, лабораторні роботи, залік. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (80%) та заліку (20%).

**4. Завдання (навчальні цілі)** – формування навиків роботи з сучасними Статистичні методи в теорії полімерів та основними застосуваннями цих методів при постановці та інтерпретації експериментів.

Згідно вимог проекту Стандарту вищої освіти України (перший (бакалавр) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Фізика», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОНП «Фізичне матеріалознавство/ неметалічне матеріалознавство» дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних **компетентностей**:

Інтегральних:

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

Загальних:

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК7. Навички здійснення безпечної діяльності.

Фахових:

ФК1. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

ФК7. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.

## 5. Результати навчання за дисципліною:

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			
1.1	Знати основні поняття статистичних методів в теорії полімерів.	лекції	Контрольна робота, реферати	40
2.1	Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.	Лабораторні роботи Захист лабораторних робіт.	Захист лабораторних робіт	40

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

Результати навчання дисципліни		1.1	2.1
Програмні результати навчання			
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.		+	
ПРН3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.			+

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1 Форми оцінювання студентів:

#### - семестрове оцінювання:

1. Контрольні робота за темами 1-13: РН 1.1 – 20 балів / 10 балів

2. Практичні завдання: РН 2.1 – 20 балів / 10 балів

3. Виконання лабораторних робіт : РН 2.2, 3.1, 3.2 – 40 балів / 20 балів

#### - підсумкове оцінювання у формі заліку.

	ЗМ1/Частина 1 (за наявності)	ЗМ2/Частина 2 (за наявності)	Залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	<u>25</u>	<u>25</u>	<u>10</u>	<u>60</u>
Максимум	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>20</u>	<u>100</u>

Студент не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше **50** балів

Оцінка за залік не може бути меншою **10 балів** для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

<b>Зараховано / Passed</b>	<b>60-100</b>
<b>Не зараховано / Fail</b>	<b>0-59</b>

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин		
		Лекції	семінари/ практичні/ лабораторні	Самостійна робота
Частина 1.				
1	<b>Тема 1. Первинна структура полімерів.</b> Типи зв'язків полімерних систем. Хімічна та Ван-дер-Ваальсова взаємодія. Графи макромолекул. Синтетичні та біологічні полімери. <b>Лабораторна робота 1.</b> Побудова просторових структур полімерних молекул. С.Р.С. 1.Вивчення матеріалу лекції. 2.Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.	2	3	3
2	<b>Тема 2. Конфігурації полімерів.</b> Природні координати. Конформаційне наближення. С.Р.С. 1.Вивчення матеріалу лекції. 2.Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.	2		3
3	<b>Тема 3. Поворотні ізомери.</b> Обертальний потенціал гальмування та його природа. Схема утворення поворотних ізомерів в ланцюгові. Конфігурації макромолекул в поворотно-ізомерному наближенні. <b>Лабораторна робота 2.</b> Побудова конформацій полімерних молекул. С.Р.С. 1.Вивчення матеріалу лекції. 2.Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.	2	4	3
4	<b>Тема 4. Особливості теплового руху полімерів.</b> Типи теплового руху. Теплові коливання. Випадкові блукання. Особливості випадкових блукань для макромолекул. С.Р.С. 1.Вивчення матеріалу лекції. <b>2.Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.</b>	2		3
5	<b>Тема 5. Розподіл Гібса у фізиці полімерів.</b> Конфігураційний інтеграл ланцюга. Фазовий простір ланцюга. Розподіл Гібса в конформаційному наближенні. С.Р.С. 1.Вивчення матеріалу лекції. 2.Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.	2		3
6	<b>Тема 6. Модель вільно з'єданого ланцюга.</b> Фантомність ланцюга. Вільне обертання. Застосування теорії випадкових блукань для отримання функції розподілу ланцюга. С.Р.С. 1.Вивчення матеріалу лекції.	2		3

	2.Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.			
7	<b>Тема 7. Статистичний клубок та його характеристики.</b> Природа статистичного клубка. Його параметри. Флуктуації розмірів клубка. С.Р.С. 1.Вивчення матеріалу лекції. <b>2.Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.</b>	2		6
	<i>Контрольна робота</i>			
<b>Частина 2.</b>				
8	<b>Тема 8. Ідеальні та неідеальні ланцюги.</b> Визначення ідеального ланцюга. Об'ємна взаємодія. Типи об'ємних взаємодій. С.Р.С. 1.Вивчення матеріалу лекції. 2.Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.	2		3
9	<b>Тема 6. Термодинаміка неідеальних ланцюгів.</b> Модель розірваних силових центрів. Вільна енергія розчину неідеальних ланцюгів. С.Р.С. 1.Вивчення матеріалу лекції. 2.Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.	2		3
10	<b>Тема 6. Набрякання ланцюгів.</b> Типи розчинників. Вплив розчинника на розміри клубка. Формула Флорі. Лабораторна робота 3. Визначення вмісту розчинника в полімері методом термогравіметрії С.Р.С. 1.Вивчення матеріалу лекції. 2.Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.	2	3	3
11	<b>Тема 6. Переходи клубок-глобула.</b> Флуктуації в клубку та глобулі. Роль взаємодії між ланками в утворенні глобули. Умови утворення глобули. С.Р.С. 1.Вивчення матеріалу лекції. 2.Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.	2		3
12	<b>Тема 6. Переходи клубок-спіраль.</b> Спіраль як форма полімерного ланцюга. Умови виникнення переходу спіраль-клубок та його кооперативний характер. Механізм денатурації білкових молекул. С.Р.С. 1.Вивчення матеріалу лекції. 2.Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.	2		3
13	<b>Тема 6. Модель полімерної сітки.</b> Параметри полімерної сітки. Приклади полімерних сіток. Сітчаті структури в полімерах. Лабораторна робота 4. Дослідження утворення полімерної сітки методом динамічної калориметрії. С.Р.С. 1.Вивчення матеріалу лекції. 2.Опрацювання матеріалу, що винесений на	2	4	3

	самостійне вивчення.			
14	<p><b>Тема 7 Вискоеластична деформація полімерів.</b> Застосування моделі вільно з'єднаного ланцюга для опису деформації полімерної сітки. Ентропійна пружність. Визначення кількості вузлів сітки з експеримента.</p> <p><b>С.Р.С.</b> 1.Вивчення матеріалу лекції. 2.Опрацювання матеріалу, що винесений на самостійне вивчення. <b>Методики отримання динамічних рівнянь.</b></p>	2		6
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>48</b>

**Загальний обсяг 90 год., в тому числі:**

Лекцій – **28 год.**

Лабораторних робіт – **14 год.**

Самостійна робота - **48 год.**

## **9. Рекомендовані джерела:**

### **Основна:**

1. Булавін Л.А., Забашта Ю.Ф. Фізика полімерів, вид. Київського університету, 2004р.
2. Булавін Л.А., Забашта Ю.Ф., Свечнікова О.С., Лазаренко М.М. Фізика деформування полімерних систем. К.: ПП "Elena", 2020 - 320 с.
3. Булавін Л.А., Забашта Ю.Ф. Фізична механіка полімерів. К.: ВКУ, 1998.

### **Додаткова:**

4. Масленнікова, Л. Д., Іванов, С. В., Фабуляк, Ф. Г., & Грушак, З. В. (2009). Фізико-хімія полімерів. К.: Вид-во Нац. авіац. «НАУ-друк», 2009. — 312 с.
5. Л. М. Солодка, Г. А. Побігай, А. Ф. Бурбан Хімія та фізико-хімія високомолекулярних сполук: Навч. посібник. – К.: Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2014. – 122 с.