

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Навчально-науковий інститут високих технологій

Кафедра теоретичних основ високих технологій

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Заступник директора  
з науково-педагогічної роботи  
Галина ГРАБЧУК

« 29 » Березня 2021 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ОСНОВИ СТАТИСТИЧНОЇ ФІЗИКИ**

*(повна назва навчальної дисципліни)*

**для студентів**

галузь знань	09 Біологія <i>(шифр і назва)</i>	
спеціальність	091 Біологія <i>(шифр і назва спеціальності)</i>	
освітній рівень	бакалавр <i>(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)</i>	
освітня програма	Біологія (високі технології) <i>(назва освітньої програми)</i>	
спеціалізація <i>(за наявності)</i>	Нанотехнології в біології <i>(назва спеціалізації)</i>	
вид дисципліни	обов'язкова/ <u>вибіркова</u> /факультативна	
	Форма навчання	<u>денна</u>
	Навчальний рік	<u>2021/2022</u>
	Семестр	<u>7</u>
	Кількість кредитів ECTS	<u>5</u>
	Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
	Форма підсумкового контролю	<u>іспит</u>

Викладачі: Колежук О.К., Васильєв Т.А.

*(Науково-педагогічні працівники, які забезпечують викладання даної дисципліни у відповідному навчальному році)*

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

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

**КИЇВ – 2021**

Розробники:

Колежук О.К., д.ф.-м.н., ст.н.с., професор кафедри теоретичних основ високих технологій

Лозовський В.З., д.ф.-м.н., проф., зав. кафедри теоретичних основ високих технологій

Васильєв Т.А., к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри теоретичних основ високих технологій

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри теоретичних основ високих технологій

\_\_\_\_\_ (Лозовський В.З.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 11 від «3» березня 2021 р.

Схвалено науково - методичною комісією Інституту високих технологій

Протокол від «05» березня 2021 року №3

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ (Русінчук Н.М.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – формування у майбутніх фахівців з високих технологій у біології навичок кількісного підходу до опису та аналізу природних явищ у макроскопічних стохастичних системах, або мікроскопічних системах, що демонструють стохастичну поведінку за рахунок взаємодії з макроскопічним оточенням, вміння користуватися методами сучасної фізики для вирішення завдань сучасної біології.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):**

1. *Успішне опанування дисциплін “Основи вищої математики”, “Додаткові розділи вищої математики”, “Основи квантової теорії”*
2. *Знання основ теорії функцій комплексної змінної, теорії ймовірностей, векторної та лінійної алгебри*
3. *Володіти навичками диференціювання та інтегрування, розв’язувань диференціальних рівнянь.*

**3. Анотація навчальної дисципліни:**

Мета дисципліни: дати студентам розуміння закономірностей в системах, що демонструють стохастичну поведінку. Студент повинен оволодіти математичним апаратом статистичної фізики і вміти практично застосовувати його. На цій основі отримати чіткі уявлення про фізичну природу явищ, що підкоряються статистичним закономірностям. Студенти повинні навчитися використовувати наближені методи статистичної фізики. Дисципліна покликана формувати цілісне бачення світу.

**4. Завдання (навчальні цілі):** досягнення інтегральних компетентностей студента – сприяти досягненню здатності вирішувати завдання в галузі біологічних наук і на межі предметних галузей, що передбачає застосування теорій та методів природничих наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов;  
досягнення загальної компетентності – здатності до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

*Навчання дисципліни має на меті розвивати у студентів такі загальні та фахові компетентності:*

*ЗК03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.*

*ЗК04. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.*

*ЗК05. Здатність спілкуватися державною мовою як усно так і письмово.*

*ЗК07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.*

*ЗК08. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.*

*СК01. Здатність застосовувати знання та вміння з математики, фізики, хімії та інших суміжних наук для вирішення конкретних біологічних завдань.*

*СК04. Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних засобів у польових і лабораторних умовах.*

*СК05. Здатність до критичного осмислення новітніх розробок у галузі біології і професійній діяльності.*

*СК11. Вміння формулювати задачі моделювання, створювати моделі об’єктів і процесів у живих організмах та їхніх компонентах із використанням математичних методів й інформаційних технологій.*

*СК12. Здатність використовувати та модифікувати сучасні біотехнології для вирішення актуальних біологічних проблем.*

**5. Результати навчання за дисципліною:** (описуються з детальною достовірністю для розробки заходів оцінювання)

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, принципи, закони статистичної фізики.	Лекція, практичне заняття	Тест, 60% правильних відповідей	15%
1.2	Мати уявлення: про область застосовності, типові задачі і методи статистичної фізики і квантової статистики, її роль та місце в природознавчих науках.	лекція	--/--	15%
2.1	Вміти розв'язувати типові прості задачі класичної та квантової статистики.	практичне заняття	модульні контрольні роботи	50%
4.1	Вміти самостійно розбиратися в математичному апараті, що є в літературі з статистичної фізики	самостійна робота	Тест, модульні контрольні роботи	20%
4.2	Розвиток творчого підходу до розв'язування задач; розвиток логічного та аналітичного мислення.	практичне заняття, самостійна робота студентів		

**6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання** (необов'язково для вибіркових дисциплін які не входять до блоків спеціалізації)

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	2.1	4.1	4.2
<b>Програмні результати навчання</b>					
ПР06. Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, екології, математики у процесі навчання та забезпечення професійної діяльності.	+	+	+	+	+
ПР08. Знати та розуміти основні терміни, концепції, теорії і закони в галузі біологічних наук і на межі предметних галузей.	+				
ПР11. Розуміти структурну організацію біологічних систем на молекулярному рівні.		+	+		+
ПР24. Аналізувати фізико-хімічні властивості та функціональну роль біологічних макромолекул і молекулярних комплексів живих організмів, характер взаємодії їх з іонами, молекулами і радикалами, їхню будову й енергетику процесів.	+	+	+	+	
ПР26. Застосовувати та модифікувати сучасні біотехнології для вирішення актуальних біологічних проблем.	+			+	+

**7. Схема формування оцінки.**

**7.1 Форми оцінювання студентів**

Контроль знань 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 практичних занять. Студент може отримати максимально 60 балів за виконання домашніх робіт, самостійних завдань, усні відповіді, тести, доповнення на практичних заняттях, роботу та активність на лекціях (по 30 балів у кожному змістовому модулі). Модульний

контроль: 2 модульні контрольні роботи (МКР). Підсумковий семестровий контроль проводиться у формі іспиту (40 балів). Екзаменаційний білет включає 2 теоретичні питання (по 20 балів).

У випадку відсутності студента з поважних причин здійснюються відпрацювання та перездачі МКР.

*Оцінювання за формами контролю:*

	<b>ЗМ1</b>		<b>ЗМ I</b>		<b>іспит</b>	
	<i>Min. 0 балів</i>	<i>Max. 30 балів</i>	<i>Min. 0 балів</i>	<i>Max. 30 балів</i>	<i>Min. 0 балів</i>	<i>Max. 40 балів</i>
Домашні завдання, письмові самостійні завдання		10		10		
Колоквіум, тестування		5		5		
Модульна контрольна робота		15		15		

*Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за екзамен не може бути меншою 24 балів.*

*Студент не допускається до екзамену, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів (рекомендований мінімум – 36 балів). Для студентів, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум для одержання іспиту/заліку обов'язкова перездача МКР.*

**7.2 Організація оцінювання:** Модульний контроль проводиться за графіком: модульна контрольна робота №1 – на практичному занятті 8, модульна контрольна робота №2 – на практичному занятті 15.

**7.3 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

**8. Структура навчальної дисципліни.  
Тематичний план лекцій і практичних занять**

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	Самостійна робота
<b>ЗМ1: Основи статистичної фізики</b>				
1	<i>Основні поняття статистичної фізики. Статистичний розподіл. Середнє значення, дисперсія, екстенсивні/інтенсивні величини. Статистичний оператор, його властивості. Ентропія, її властивості. Зростання ентропії в процесі встановлення статистичної рівноваги.</i>	2	2	4
2	<i>Мікроканонічний ансамбль. Температура. Хімічний потенціал. Співвідношення між термодинамічними величинами (тиск, температура, хімічний потенціал) і ентропією/енергією.</i>	2	2	4
3	<i>Канонічний ансамбль. Розподіл Гіббса. Статистична сума. Вільна енергія. Обчислення середніх за допомогою статистичної суми.</i>	2	2	4
4	<i>Приклади застосування формалізму канонічного ансамблю: гармонічний осцилятор, спин в магнітному полі, частинки в квантовій ямі («ідеальний класичний газ»).</i>	2	2	4
5	<i>Великий канонічний ансамбль. Велика канонічна статсума, термодинамічний потенціал. Екстремальні властивості термодинамічних потенціалів.</i>	2	2	4
6	<i>Приклад застосування формалізму великого канонічного ансамблю: Елементарна модель одношарової адсорбції, ізотерма Ленгмюра.</i>	2	2	4
7	<i>Функції розподілу Фермі-Дірака і Бозе-Ейнштейна. Еквівалентність канонічного і великого канонічного підходу для систем великої кількості частинок.</i>	2	2	6
8	<i>Поняття густини станів. Густина станів для ідеального 1D, 2D, 3D газу.</i>	2	2	6
9	<i>Ідеальний Фермі-газ. Рівняння стану ідеального Фермі-газу. Умова застосовності статистики Больцмана. Вироджений Фермі-газ, квантовий тиск.</i>	2	2	6
10	<i>Ідеальний Бозе-газ. Явище бозе-ейнштейнівської конденсації.</i>	2	2	6
	<i>Контрольна робота № 1</i>		x	
<b>ЗМ2 Застосування статистичної фізики</b>				
11	<i>Фонони в твердих тілах. Фононний внесок в теплоємність. Фотони, випромінювання абсолютно чорного тіла, розподіл Планка.</i>	2	2	4
12	<i>Вироджений електронний газ в металах. Хімічний потенціал, теплоємність, магнітна</i>	2	2	6

	сприйнятливість виродженого Фермі-газу.			
13	Екранування потенціалу зарядженої домішки в класичній плазмі і у виродженому електронному газі.	2	2	4
14	<i>Дифузія</i> . Співвідношення Ейнштейна - приклад зв'язку флуктуацій і дисипації. Рівняння Фокера-Планка.	2	2	4
15	<i>Поняття про фазові переходи</i> . Метод середнього поля на прикладі моделі Ізінга.	2	2	4
16	<i>Нерівноважні процеси</i> . Основне кінетичне рівняння, принцип детального балансу. Рівняння Больцмана, наближення часу релаксації.	2	2	4
17	Методи Монте-Карло, обчислення середніх. Алгоритм Метрополіса.	2	2	6
	<i>Контрольна робота №2</i>		x	
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>82</b>

**Загальний обсяг** 150 год, в тому числі (вибрати необхідне):

Лекцій – 34 год.

Практичні заняття - 34 год.

Самостійна робота - 82 год.

## 9. Рекомендовані джерела:

### *Основна:*

[1] Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. Часть 1. – Издание 3-е, дополненное. – М.: Наука, 1976. – 584 с. – («Теоретическая физика», том V).

[2] Гречко Л.Г., Сугаков В.И., Томасевич О.Ф., Федорченко А.М. Сборник задач по теоретической физике. М.: Высшая школа, 1984. – 319 с.

[3] Федорченко А.М. Вступ до курсу статистичної фізики та термодинаміки.-Київ: Вища школа, 1973.– 188 с.

[4] K. Huang: Statistical mechanics, 2nd ed. (Wiley, New York, 1987) -490p.

[5] Robert H. Swendsen. An Introduction to Statistical Mechanics and Thermodynamics (Oxford University Press, 2012) – 401p.

### *Додаткова:*

[1] Р.Фейнман. Статистическая механика. – М.: Мир, 1975.– 407 с.

[2] H.Schulz. Statistische Physik beruhend auf Quantentheorie: Eine Einfuehrung. – Verlag Harri Deutsch, Frankfurt, 2005. – 334p.

## 10. Додаткові ресурси:

<http://iht.univ.kiev.ua/Kolezhuk/teach-SCP.html>