КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний
(назва факультету, інституту, центру, коледжу)

Кафедра (циклова комісія) **оптики**
(для коледжів)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана
з навчальної роботи
Момот О.В.
«23» травня 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Оптичні методи в біології та медицині

для студентів

галузь знань **Е Природничі науки, математика та статистика**
(шифр і назва)

спеціальність **Е5 Фізика та астрономія**
(шифр і назва спеціальності)

освітній рівень **магістр**
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

освітня програма **Оптика, лазерна фізика**
(назва освітньої програми)

спеціалізація _____
(за наявності)(назва спеціалізації)

вид дисципліни **обов'язкова**

Форма навчання **очна**
Навчальний рік **2025/2026**
Семестр **1**
Кількість кредитів ECTS **3**
Мова викладання, навчання
та оцінювання **українська**
Форма заключного контролю **іспит**

Викладачі: **доцент Якунов Андрій Васильович**

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____(_____) «__»___ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____(_____) «__»___ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2025

Розробник(и): Якунов Андрій Васильович - кандидат фіз-мат наук, доцент, доцент кафедри оптики

ЗАТВЕРДЖЕНО
Зав. кафедри оптики

_____ (Кондратенко С.В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 8 від «19» травня 2025 р.

Схвалено науково - методичною комісією фізичного факультету

Протокол від «23» травня 2025 року №10

Голова науково-методичної комісії _____ (Оліх О.Я.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

1.**Мета дисципліни** – дати студентам базові знання з основ фізики живих систем та біомедичного застосування оптичних методів та приладів, необхідних для наукової роботи в закладах відповідного профілю.

2.Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (*за наявності*) [1]:

Знати основи термодинаміки, електродинаміки, квантової фізики, оптичної спектроскопії, базові положення математичного аналізу, диференційних рівнянь, лінійної алгебри, методів математичної фізики.

Вміти виконувати пряме і обернене перетворення Фур'є, обчислювати спектр потужності та автокореляційну функцію сигналу, ідентифікувати оптичні спектри.

Мати навички практичної роботи з комп'ютерними програмами по обробці, аналізу та графічного представлення цифрових даних.

3.Анотація навчальної дисципліни:

Дисципліна «Оптичні методи та прилади у біології та медицині» - покликана дати студентам знання з основ фізики живих систем, сучасних проблем біології та медицини, оптичних приладів та методів у застосуванні до біомедичних галузей.

Методи викладання: лекції, практичні заняття, консультації. Методи оцінювання: домашні самостійні завдання, контроль знань шляхом поточного експрес-опитування.

Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (60%) та іспиту (40%).

4. Завдання (навчальні цілі)

Перелік компетентностей:

Загальні компетентності

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК03. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Спеціальні (фахові) компетентності

СК01. Здатність використовувати закони та принципи фізики та астрономії у поєднанні із потрібними математичними інструментами для опису природних явищ.

СК05. Здатність сприймати новоздобуті знання в області фізики та астрономії та інтегрувати їх із уже наявними, а також самостійно опановувати знання і навички, необхідні для розв'язання складних задач і проблем у нових для себе деталізованих предметних областях фізики або астрономії й дотичних до них міждисциплінарних областях.

СК10. Здатність проводити теоретичні та експериментальні дослідження фізичних явищ в середовищах, які перебувають в різних фазових станах із застосуванням оптичних методів

---

[1] альтернативний варіант :

Успішне опанування курсу _____

Знання теоретичних основ _____

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	- основні положення нерівноважної термодинаміки, - елементи теорії самоорганізації та нелінійної динаміки, - вибрані питання основи теорії хаосу і фракталів, -математичний апарат сучасної фізики живих систем - молекулярну будову живих систем, - фізичні та хімічні властивості води, як матриці живої речовини, - молекулярну будову білків та нуклеїнових кислот	*Лекції, практичні заняття*	*Домашні завдання, експрес-опитування,*	*10*
1.2	- закономірності в оптичних спектрах біологічних молекул, - основні оптичні методи дослідження бімолекулярних систем, - основні фізико-хімічні закономірності фотобіологічних процесів, - будову основних офтальмологічних приладів, принципи роботи лазерних, оптоволоконних та інфрачервоних приладів біомедичного призначення	*Лекції, практичні заняття*	*Домашні задачі, експрес-опитування*	*10*
2.1	- обраховувати спектри потужності часових рядів, - будувати фазові траєкторії та відображення Пуанкаре, - рахувати кореляційні та фрактальні розмірності часових рядів, - ідентифікувати та аналізувати оптичні спектри бімолекулярних систем	*Лекції, практичні заняття*	*Контрольна робота*	*15*
2.2	- пояснювати будову та принцип дії типових оптичних приладів, - пояснювати фізичні принципи роботи лазерних, оптоволоконних та інфрачервоних біомедичних приладів. -	*Лекції, практичні заняття*	*Контрольна робота*	*15*
3.1	- Здатність працювати у колективі, обґрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами	*Лекції, практичні заняття, самостійна робота*	*Активна робота на лекціях, усні відповіді на питання*	*5*
4.1				*5*

	- Демонстрація авторитетності, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, відповідальність у ставленні до виконуваних робіт			

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

(необов'язково для вибіркових дисциплін які не входять до блоків спеціалізації)

Результати навчання дисципліни (код) / **Програмні результати навчання (назва)**	**1.1**	**1.2**	**2.1**	**2.1**	**3.1**	**4.1**
ПРН04. Обирати і використовувати відповідні методи обробки та аналізу даних фізичних або астрономічних досліджень і оцінювання їх достовірності.	+	+	+	+		+
ПРН06. Обирати ефективні математичні методи та інформаційні технології та застосовувати їх для здійснення досліджень або інновацій в області фізики або астрономії.	+	+	+	+	+	
ПРН10. Відшуковувати інформацію і дані, необхідні для розв'язання складних задач фізики або астрономії, використовуючи різні джерела, зокрема, наукові видання, наукові бази даних тощо, оцінювати та критично аналізувати отримані інформацію та дані.	+	+	+	+	+	+
ПРН11. Застосовувати теорії, принципи і методи фізики або астрономії для розв'язання складних міждисциплінарних наукових і прикладних задач	+	+	+	+		
ПРН13. Створювати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі природних об'єктів та явищ, перевіряти їх адекватність, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, аналізувати обмеження.	+	+	+	+		
ПРН17. Знати і розуміти фізичні основи функціонування оптичних пристроїв та систем.	+	+				

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. По результатах контрольної роботи, перевірки домашніх завдань та експрес-опитування

2. По результатах експрес-опитування та контрольної роботи

- підсумкове оцінювання (у формі екзамену/комплексного екзамену, диференційованого заліку)[2]*:*

	ЗМ1/Частина 1	ЗМ2/Частина 2	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	18	18	24	60
Максимум	30	30	40	100

- умови допуску до підсумкового екзамену:

Студент не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше **36 балів**.[3] Оцінка за іспит не може бути меншою **24 балів** для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

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

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59
Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

[2] Залік виставляється за результатами роботи студента впродовж усього семестру і не передбачає додаткових заходів оцінювання для успішних студентів.

[3] У випадку, коли дисципліна завершується екзаменом не менше - 20 балів. а рекомендований мінімум не менше 36 балів, оскільки якщо студент на екзамені набрав менше 24 балів (а це 60% від 40 балів, відведених на екзамен), то вони не додаються до семестрової оцінки незалежно від кількості балів, отриманих під час семестру, а в екзаменаційній відомості у графі «результуюча оцінка» переноситься лише кількість балів, отриманих під час семестру.

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних та практичних занять

№ п/п	Номер і назва теми*	Кількість годин		
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФІЗИКИ ЖИВИХ СИСТЕМ				
1	Основні методологічні підходи до опису живих систем. Фізика Живого – як сучасний напрямок науки. Базові концепції фізики живого. Принципи та закони нерівноважної термодинаміки. *С.р. вивчення матеріалу лекцій Традиційне визначення живого. Рівні організації живих систем.*	2		4
2	Самоорганізація у відкритих системах. Просторова самоорганізація. Конвекція Бенара. Якісний на кількісний аналіз нелінійних рівнянь. *С.р. вивчення матеріалу лекцій. Оптичне детектування конвекції Бенара.*		2	4
3	Самоорганізація у часі. Реакція Білоусова-Жаботинського, коливання у процесі гліколіза. *С.р. вивчення матеріалу лекцій Спектроскопічна реєстрація хімічних коливань*	2		4
4	Функціональна самоорганізація. Модель когерентних збуджень Фрьоліха. Аналітичний розв'язок системи динамічних рівнянь. Експериментальні підтвердження гіпотези Фрьоліха. *С.р. вивчення матеріалу лекцій Функціональна самоорганізація на прикладі гелій-неонового лазера.*		2	4
5	Динамічні моделі живих систем. Типи нестаціонарної поведінки та способи їх описання. *С.р. вивчення матеріалу лекцій Математичний апарат фізики живих систем.*	2		4
6	Хаотичні коливання у детермінованих системах. Спектральний та фазовий аналіз. *С.р. вивчення матеріалу лекцій Хаотичні коливання в лазерах.*		2	4
7	Фрактали в науці, техніці та живій природі. Способи оцінки фрактальної розмірності. Задачі на обрахунок фрактальної розмірності. Дифракція світла на фрактальних гратках. *С.р. вивчення матеріалу лекцій Обчислення фрактальної розмірності часового ряду*	1		5
8	Властивості та аномалії води. Моделі структури. Перколяційна модель води. Оптичні методи дослідження структури води. *С.р. вивчення матеріалу лекцій Низькочастотні коливальні спектри води*	2		4
2. ПРАКТИЧНА БІОМЕДИЧНА ОПТИКА				

9	Структура та функції основних біомакромолекул. Оптичні методи досліджень структури білків та ДНК. Динамічне лазерне розсіяння світла. Формули та алгоритми обрахунку розподілів частинок за розмірами. *С.р. вивчення матеріалу лекцій* *Флуоресценція білкових молекул*		2	4
10	Основні поняття та проблеми біоенергетики. Перенесення нелінійних збуджень по білкових молекула. Модель Давидова. Комп'ютерний аналіз нелінійних рівнянь. *С.р. вивчення матеріалу лекцій* *Раманівське розсіяння на живих клітинах*		2	4
11	Фотобіологічні явища. Фотосинтез. Фізичні механізми процесу засмагання. Оптика меланіну. *С.р. вивчення матеріалу лекцій* *Електронні спектри органічних молекул.*	2		4
12	Дисиметрія в молекулярній та клітинній біології. Фізичні моделі виникнення дисиметрії. Поляризаційні методи досліджень біологічної речовини. *С.р. вивчення матеріалу лекцій* *Дисперсія оптичного обертання.*	2		4
13	Вибрані питання фізики полімерів. Моделі полімерів. Оптичні дослідження структури біополімерів. Фрактальна структура розчинів. Комп'ютерне моделювання полімерів. *С.р. вивчення матеріалу лекцій* *Модель випадкового блукання.*		2	4
14	Взаємодія лазерного випромінювання з живою тканиною. Термічні та нетеплові ефекти. Рівняння теплової дифузії та його застосування до оптимізації терапевтичних та хірургічних процедур. *С.р. вивчення матеріалу лекцій* *Лазерна біостимуляція.*		2	4
15	Сучасні оптичні технології в біомедицині: біосенсори, когерентна, інтегральна та волоконна оптика. *С.р. вивчення матеріалу лекцій* *Динамічні спекли в діагностиці.*	2		4
	ВСЬОГО[4]	**15**	**14**	**61**

*Примітка: слід зазначити також теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг <u>90</u> *год.*[5]*,* в тому числі:
Лекцій **– *15*** *год.*
Практичних занять – **14** *год.*
Самостійна робота **- 61** *год.*

[4] У робочій програмі навчальної дисципліни для лекційних, семінарських, практичних і лабораторних занять зазначається реальна кількість годин (кратне 2 год. – час тривалості пари).
[5] Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

9. Рекомендовані джерела[6]:

Основна: *(Базова)*

1.Марценюк Л.С., Марценюк О.С., Шевченко О.Ю. Сучасна фізика води. - 2021.
2. Кузьминський Є.В., Голуб Н.Б. - Біофізика – 2007
3. Є.Я. Швець, О.Ю. Небеснюк, З.А. Ніконова, А.О. Ніконова. Біофізика. Навч. посібн. /Запоріжжя.- Видавництво ЗДІА, 2008. – 306 с.
4. Сітько С. Квантова фізика живого.- Суми, 2021
5. Фізика біосистем. Методичні розробки для студентів фізичного факультету. Упорядники: Т.Л.Давидовська, О.В.Цимбалюк, А.В.Якунов та ін, 2016.
6.Ушенко О.П. Лазерна біомедицина і діагностика.- Чернівці, 1998
7. David A Boas_ Constantinos Pitris_ Nimmi Ramanujam - Handbook of biomedical optics (2011, CRC Press)
8. Irving J. Bigio, Sergio Fantini. Quantitative Biomedical Optics: Theory, Methods, and Applications, Cambridge University Press, Year: 2016

Додаткова:

1. Cynthia Furse, Douglas A. Christensen, Carl H. Durney, James Nagel. Basic Introduction to Bioelectromagnetics, 2018
2. Mana Sezdi. Biomedical metrology in: Bioelectronics and Medical Devices, 2019 Elsevier
3. V.Binhi Magnetobiology: Underlying Physical Problems, Academic Press, 2002
4. Країна знань. 2008-2016. Науково-популярні статті А.В.Якунова.
5. Physics of the Alive (Фізика Живого). Журнал, усі випуски за 1993 -2010 рр.

[6] В тому числі Інтернет ресурси