

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний

(назва факультету, інституту, центру, коледжу)

Кафедра (циклова комісія) оптики
(для коледжів)



« 31 » серія 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Оптичні методи в біології та медицині

для студентів

галузь знань 10 Природничі науки

(цифр і назва)

спеціальність 104 Фізика та астрономія

(цифр 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 2023/2024

Семестр I

Кількість кредитів ECTS 3

Мова викладання, навчання
та оцінювання українська

Форма заключного контролю іспит

Викладачі: доцент Якунов Андрій Васильович

Продовжено: на 2024/2025 н.р. (підпис, ПІБ, дата)

на 20 /20 н.р. () « » 20 р.

КИЇВ – 2023

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

ЗАТВЕРДЖЕНО
В.о. зав. кафедри оптики



(Кондратенко С.В.)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Протокол № 12 від « 16 » червня 2023 р.

Схвалено науково - методичною комісією фізичного факультету

Протокол від « 30 » червня 2023 року № 16

Голова науково-методичної комісії



(Оліх О.Я.)

(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, диференціальних 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 опанувати 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.

СК11. 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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 	<i>Лекції, практичні заняття</i>	<i>Домашні завдання, експрес-опитування,</i>	10
1.2	<ul style="list-style-type: none"> - закономірності в оптичних спектрах біологічних молекул, - основні оптичні методи дослідження біомолекулярних систем, - основні фізико-хімічні закономірності фотобіологічних процесів, - будову основних офтальмологічних приладів, принципи роботи лазерних, оптоволоконних та інфрачервоних приладів біомедичного призначення 	<i>Лекції, практичні заняття</i>	<i>Домашні задачі, експрес-опитування</i>	10
2.1	<ul style="list-style-type: none"> - обраховувати спектри потужності часових рядів, - будувати фазові траєкторії та відображення Пуанкаре, - рахувати кореляційні та фрактальні розмірності часових рядів, - ідентифікувати та аналізувати оптичні спектри біомолекулярних систем 	<i>Лекції, практичні заняття</i>	<i>Контрольна робота</i>	15
2.2	<ul style="list-style-type: none"> - пояснювати будову та принцип дії типових оптичних приладів, - пояснювати фізичні принципи роботи лазерних, оптоволоконних та інфрачервоних біомедичних приладів. 	<i>Лекції, практичні заняття</i>	<i>Контрольна робота</i>	15
3.1	<ul style="list-style-type: none"> - Здатність працювати у колективі, обґрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами 	<i>Лекції, практичні заняття, самостійна робота</i>	<i>Активна робота на лекціях, усні</i>	5

4.1	- Демонстрація авторитетності, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, відповідальність у ставленні до виконуваних робіт	відповіді на питання	5
-----	---	----------------------	---

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

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	2.1	2.1	3.1	4.1
Програмні результати навчання (назва)						
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. Відшукувати 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. <i>С.р. вивчення матеріалу лекцій</i> <i>Традиційне визначення живого. Рівні організації живих систем.</i>	2		4
2	Самоорганізація у відкритих системах. Просторова самоорганізація. Конвекція Бенара. Якісний на кількісний аналіз нелінійних рівнянь. <i>С.р. вивчення матеріалу лекцій. Оптичне детектування конвекції Бенара.</i>		2	4
3	Самоорганізація у часі. Реакція Білоусова-Жаботинського, коливання у процесі гліколізу. <i>С.р. вивчення матеріалу лекцій</i> <i>Спектроскопічна реєстрація хімічних коливань</i>	2		4
4	Функціональна самоорганізація. Модель когерентних збуджень Фр'юліха. Аналітичний розв'язок системи динамічних рівнянь. Експериментальні підтвердження гіпотези Фр'юліха. <i>С.р. вивчення матеріалу лекцій</i> <i>Функціональна самоорганізація на прикладі гелій-неонового лазера.</i>		2	4
5	Динамічні моделі живих систем. Типи нестационарної поведінки та способи їх описання. <i>С.р. вивчення матеріалу лекцій</i> <i>Математичний апарат фізики живих систем.</i>	2		4
6	Хаотичні коливання у детермінованих системах. Спектральний та фазовий аналіз. <i>С.р. вивчення матеріалу лекцій</i> <i>Хаотичні коливання в лазерах.</i>		2	4
7	Фрактали в науці, техніці та живій природі. Способи оцінки фрактальної розмірності. Задачі на обрахунок фрактальної розмірності. Дифракція світла на фрактальних ґратках. <i>С.р. вивчення матеріалу лекцій</i> <i>Обчислення фрактальної розмірності часового ряду</i>	1		5
8	Властивості та аномалії води. Моделі структури. Перколяційна модель води. Оптичні методи дослідження структури води. <i>С.р. вивчення матеріалу лекцій</i> <i>Низькочастотні коливальні спектри води</i>	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. <i>С.р. вивчення матеріалу лекцій</i> <i>Флуоресценція білкових молекул</i>		2	4
10	Основні поняття та проблеми біоенергетики. Перенесення нелінійних збуджень по білкових молекула. Модель Давидова. Комп'ютерний аналіз нелінійних рівнянь. <i>С.р. вивчення матеріалу лекцій</i> <i>Раманівське розсіяння на живих клітинах</i>		2	4
11	Фотобіологічні явища. Фотосинтез. Фізичні механізми процесу засмагання. Оптика меланіну. <i>С.р. вивчення матеріалу лекцій</i> <i>Електронні спектри органічних молекул.</i>	2		4
12	Дисиметрія в молекулярній та клітинній біології. Фізичні моделі виникнення дисиметрії. Поляризаційні методи досліджень біологічної речовини. <i>С.р. вивчення матеріалу лекцій</i> <i>Дисперсія оптичного обертання.</i>	2		4
13	Вибрані питання фізики полімерів. Моделі полімерів. Оптичні дослідження структури біополімерів. Фрактальна структура розчинів. Комп'ютерне моделювання полімерів. <i>С.р. вивчення матеріалу лекцій</i> <i>Модель випадкового блукання.</i>		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. <i>С.р. вивчення матеріалу лекцій</i> <i>Лазерна біостимуляція.</i>		2	4
15	Сучасні оптичні технології в біомедицині: біосенсори, когерентна, інтегральна та волоконна оптика. <i>С.р. вивчення матеріалу лекцій</i> <i>Динамічні спекли в діагностиці.</i>	2		4
	ВСЬОГО⁴	15	14	61

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

Загальний обсяг 90 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 джерела⁶:

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