

**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.



« 31 » серпня 2023 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Оптичні методи в біології та медицині**

для студентів

галузь знань **10 Природничі науки**
(шифр і назва)

спеціальність **104 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 **2023/2024**

Семестр **1**

Кількість кредитів ECTS **3**

Мова викладання, навчання
та оцінювання **українська**

Форма заключного контролю **іспит**

Викладачі: **доцент Якунов Андрій Васильович**


Пролонговано: на 2024/2025 н.р. _____ (О. Момот) «18» 06 2024р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 2025/2026 н.р. _____ (О. Момот) «13» 06 2025р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2023

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

ЗАТВЕРДЖЕНО
В.о. зав. кафедри оптики


_____ (підпис) (Кондратенко С.В.)
(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 _____ (підпис) (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 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.

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 відповіді на питання</i> | 5 |
| 4.1 | <ul style="list-style-type: none"> - Демонстрація авторитетності, високий ступінь самостійності, академічна та професійна | | | 5 |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | 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) | 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 Фрьоліха. Аналітичний розв'язок системи динамічних рівнянь. Експериментальні підтвердження гіпотези Фрьоліха. <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 pp.

⁶ В тому числі Інтернет ресурси