



Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця
Національної академії наук України
Силабус навчальної дисципліни

БІОФІЗИКА

БК 24

Галузь знань	Е «Природничі науки, математика та статистика» (09 Біологія)
Спеціальність	Е1 (091) «Біологія та біохімія»
Ступінь освіти	Доктор філософії
Освітньо-наукова програма	Біологія та біохімія (Біофізика: Фізіологія людини і тварин; Патологічна фізіологія)
Статус	Навчальна дисципліна вибіркового компонента з фахового переліку
Форма навчання	Денна / заочна
Семестровий контроль	Залік

Курс	2
Семестр	3

ECTS	3
Годин	90

Розподіл годин

Аудиторні години		Самостійна робота
Лекції	Практичні/Семінари	
32	4	54

Інформація про викладача

	Лекція	Практичні/семінарські
ПІБ	Лук'янець Олена Олександрівна	Лук'янець Олена Олександрівна
Вчене звання	Професор	Професор
Науковий ступінь	Доктор біологічних наук	Доктор біологічних наук
Профіль викладача	https://orcid.org/0000-0003-2789-019X	https://orcid.org/0000-0003-2789-019X
e-mail	elena@biph.kiev.ua	elena@biph.kiev.ua

Розроблено д.б.н. Лук'янець О.О.

Поточна редакція від «11» вересня 2025 р.

Зав. відділу «Випускова кафедра»
Гарант ОНП. д.б.н.

К.В. Розова



Анотація навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна "Біофізика" вивчає фізичні принципи та закономірності, які лежать в основі клітинних та молекулярних процесів у живих організмах. У курсі розглядаються такі теми як клітинна біофізика, біофізика мембран та іонних каналів, молекулярні мотори, біофізика синтезу АТФ та енергетика клітини, біофізика збудливих клітин та нейротрансмісії, біофізика клітинної сигналізації, а також біофізика сенсорних систем, болю та агрегації білка. Курс має міждисциплінарний характер та включає поняття з фізики, біології та хімії, що допомагає зрозуміти біологічні процеси на молекулярному та клітинному рівнях. В результаті вивчення курсу студенти отримують розуміння фізичних принципів, які допомагають пояснити біологічні явища та знаходити рішення наукових проблем у галузі біофізики.

Місце навчальної дисципліни в програмі навчання

Навчальна дисципліна "Біофізика" є вибірковою дисципліною вивчення аспірантами 2-го року навчання.

Необхідні навички

Для вивчення курсу "Біофізика" аспірант повинен мати певні базові знання і навички у наступних галузях:

Фізика: аспірант повинен мати знання з фізики, зокрема механіки, термодинаміки, електродинаміки, квантової механіки та інших дисциплін.

Біологія: аспірант повинен мати знання з біології, зокрема молекулярної біології, клітинної біології та біохімії.

Хімія: аспірант повинен мати знання з хімії, зокрема загальної та органічної хімії.

Математика: аспірант повинен мати знання з математики, зокрема диференціальних рівнянь, інтегральних рівнянь, статистичної фізики, теорії ймовірностей та стохастичних процесів.

Комп'ютерна наука: аспірант повинен мати базові навички програмування, аналізу даних та роботи зі статистичними пакетами, такими як R, MATLAB або Python.

Лабораторні навички: аспірант повинен мати навички роботи зі збором, обробкою та аналізом даних, отриманих в експериментах з біофізики.

Комунікаційні навички: аспірант повинен мати навички комунікації з колегами та науковими співробітниками, які можуть бути з різних наукових галузей.

Ці навички допоможуть аспіранту успішно вивчати та застосовувати концепції біофізики у своїй дослідницькій роботі та співпрацювати з колегами в цій галузі.

Рівень набуття знань

Після вивчення навчальної дисципліни «Основи морфологічних досліджень» здобувач здатний демонструвати знання про фізичні принципи, які лежать в основі життєдіяльності клітин і організмів в цілому:

- структуру та функції клітинних мембран, принципи дії іонних каналів, механізми роботи збудливих клітин, фізичні принципи сигнальних шляхів, а також фізіологію та механізми сприйняття сигналів в зоровій та слуховій системах.
- молекулярні мотори та механізми синтезу АТФ, які є ключовими компонентами процесу метаболізму та енергетики клітини.
- біофізичні механізми сприйняття болю та порушень згортання білка, що є важливими аспектами дослідження в галузі медицини та біології.

У результаті вивчення курсу "Біофізика" аспіранти матимуть знання, необхідні для розуміння фізичних основ життєдіяльності та можливостей використання біофізичних методів у розвитку нових методів діагностики та лікування хвороб. Вони зможуть розглядати біологічні процеси через призму фізичних законів, що дасть їм можливість зрозуміти, як клітини та організми працюють на молекулярному рівні, і використовувати ці знання для розробки нових методів лікування та профілактики захворювань.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК2 – Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу нових і складних ідей, формування системного наукового світогляду.

ЗК4 – Здатність проводити наукові дослідження на професійному рівні, управління науковими проєктами та прийняття автономних рішень, дотримуватись норм безпеки, діяти творчо, ініціативно та наполегливо при вирішенні проблем.

ЗК6 – Здатність застосовувати у професійній діяльності сучасні знання з різних наук, у тому числі міждисциплінарного характеру.

ЗК7 – Здатність критично мислити, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Спеціальні (фахові) компетентності (СК)

СК2 – Демонструвати детальне розуміння предметної бази знань, компетентність у використанні наукового обладнання та прецизійних методів біомедичних досліджень. Здатність до системного аналізу регуляторних механізмів, обґрунтування етологічних, генетичних та середовищних чинників патогенезу, володіння концептуальними знаннями про регуляцію серцево-судинної, дихальної, ендокринної та імунної систем, молекулярних та системних основ. Здатність професійно використовувати методи електрофізіології, оптичної реєстрації, молекулярно-біологічного аналізу та алгоритми машинного навчання (AI) для вивчення функціональних властивостей клітин, тканин та органів.

СК3 – Компетентність аналізувати дані проведених експериментів по дослідженню біофізичних і молекулярно-фізіологічних механізмів функціонування живих систем. Глибоке розуміння фізико-хімічних принципів організації біомембран, молекулярної фізіології іонних каналів та рецепторів, а також механізмів клітинної сигналізації в нормі та при моделюванні патологічних станів. Вміння застосовувати середовище R/RStudio або Python для статистичного аналізу, візуалізації та математичного моделювання біологічних процесів.

СК5 – Здатність виявляти, формулювати та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі біології, оцінювати та забезпечувати якість досліджень.

Програмні результати навчання (ПРН)

ПРН1 – Концептуальні та методологічні знання поглибленого рівня в галузі біології та споріднених областях при застосуванні їх у власних дослідженнях у сфері біології та у викладацькій практиці.

ПРН2 – Системні знання для інтерпретації основних біологічних механізмів на організмовому, органному, клітинному та молекулярному рівнях.

ПРН9 – Здатність до аналізу і синтезу систем об'єктів і процесів у живих організмах та їхніх компонентах, за допомогою комп'ютерних моделей і інформаційних технологій.

Перелік тем, завдань та терміни виконання

4. Структура навчальної дисципліни

Морфологічна діагностика патологічних змін тканин

№	Тема	Кількість годин					
		Очне відділення			Заочне відділення		
		Л	Пр/С	СР	Л	Пр/С	СР
Змістовий модуль 1. Біофізика							
1	Вступ до біофізики: історія, сфера застосування та міждисциплінарний характер.	2	0	3	2	0	3
2	Клітинна біофізика: біофізичні принципи клітинної організації та функції, включаючи клітинні мембрани, динаміку цитоскелету та внутрішньоклітинний транспорт.	2	0	6	2	0	6
3	Біофізика мембран: структура та функція біологічних мембран, мембранні білки та механізми транспорту	2	2	3	2	2	3
4	Біофізика іонних каналів: структура, функції, принципи дії та регуляції	2	0	3	2	0	3
5	Молекулярні мотори: біофізичні властивості молекулярних моторів, включаючи кінезини та динеїни.	2	0	3	2	0	3
6	Біофізика синтезу АТФ та енергетика клітини: механізми та взаємодії.	2	0	3	2	0	3

7	Біофізика збудливих клітин: біофізичні принципи роботи збудливих клітин, включаючи потенціали дії, електричні синапси та нейрональну збудливість.	2	0	3	2	0	3
8	Біофізика нейротрансмісії: фізичні механізми нейротрансмісії, включаючи синаптичну передачу, везикулярний транспорт та вивільнення нейромедіаторів.	2	0	3	2	0	3
Змістовий модуль 2.							
9	Біофізика клітинної сигналізації: біофізичні принципи клітинних сигнальних шляхів, включаючи взаємодію рецептор-ліганд, вторинну передачу сигналів і трансдукцію сигналу..	2	2	6	2	2	6
10	Біофізика болю: біофізичні механізми сприйняття болю, включаючи ноцицептори, болеві сигнальні шляхи та модуляцію болю.	2	0	3	2	0	3
11	Біофізика сенсорних систем: зорова система, її фізіологія та механізми сприйняття сигналів.	2	0	3	2	0	3
12	Біофізика сенсорних систем: слухова система, її фізіологія та механізми сприйняття сигналів.	2	0	3	2	0	3
13	Біофізики біосенсорів: принцип дії, класифікація та сфера застосування.	2	0	3	2	0	3
14	Фізичні властивості наночастинок та їх взаємодія з біологічними системами	2	0	3	2	0	3
15	Біофізика агрегації білка: біофізичні механізми агрегації білка, включаючи утворення амілоїду, пріонові захворювання та порушення згортання білка	2	0	3	2	0	3
16	Сучасні методи візуалізації та дослідження живих систем	2	0	3	2	0	3
Всього годин:		32	4	54	32	4	54

Л – Лекції;

Пр/С – Практичні / Семінари;

СР – Самостійна робота

Теми семінарських/практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Біофізика мембран: структура та функція біологічних мембран, мембранні білки та механізми транспорту	2
2	Біофізика клітинної сигналізації: біофізичні принципи клітинних сигнальних шляхів, включаючи взаємодію рецептор-ліганд, вторинну передачу сигналів і трансдукцію сигналу..	2

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ до біофізики: історія, сфера застосування та міждисциплінарний характер. <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	3
2	Клітинна біофізика: біофізичні принципи клітинної організації та функції, включаючи клітинні мембрани, динаміку цитоскелету та внутрішньоклітинний транспорт. <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	6
3	Біофізика мембран: структура та функція біологічних мембран, мембранні білки та механізми транспорту <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	3
4	Біофізика іонних каналів: структура, функції, принципи дії та регуляції <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	3
5	Молекулярні мотори: біофізичні властивості молекулярних моторів, включаючи кінезини та динеїни. <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	3
6	Біофізика синтезу АТФ та енергетики клітини: механізми та взаємодії. <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	3
7	Біофізика збудливих клітин: біофізичні принципи роботи збудливих	3

	клітин, включаючи потенціали дії, електричні синапси та нейрональну збудливість. <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	
8	Біофізика нейротрансмісії: фізичні механізми нейротрансмісії, включаючи синаптичну передачу, везикулярний транспорт та вивільнення нейромедіаторів. <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	3
9	Біофізика клітинної сигналізації: біофізичні принципи клітинних сигнальних шляхів, включаючи взаємодію рецептор-ліганд, вторинну передачу сигналів і трансдукцію сигналу. <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	6
11	Біофізика болю: біофізичні механізми сприйняття болю, включаючи ноцицептори, болеві сигнальні шляхи та модуляцію болю. <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	3
12	Біофізика сенсорних систем: зорова система, її фізіологія та механізми сприйняття сигналів. <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	6
13	Біофізики біосенсорів: принцип дії, класифікація та сфера застосування. <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	3
14	Фізичні властивості наночастинок та їх взаємодія з біологічними системами <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	3
15	Біофізика агрегації білка: біофізичні механізми агрегації білка, включаючи утворення амілоїду, пріонові захворювання та порушення згортання білка <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	3
16	Сучасні методи візуалізації та дослідження живих систем <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	3
Всього годин		54

Система оцінювання

Усне опитування на семінарських/практичних заняттях (1-10 балів), обов'язкові модульні опитування за тестовою системою (0-30 балів за модуль). Заохочуючі бали (1-5 балів) можуть застосовуватись при експрес-опитуванні в процесі лекції (на розуміння її суті), за присутність на лекції 1 бал. Підсумковий тест (залік) – 40 балів. Сумарна оцінка за курс формується, виходячи з максимальної кількості балів - 100. Отримана в такий спосіб оцінка є підсумковою заліковою.

Розподіл балів, які отримують аспіранти

Поточний контроль та самостійна робота																Підсумковий тест (залік)	Сума
Змістовий модуль 1								Змістовий модуль 2									100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T1÷T8	
3	3	3	3	3	3	6	6	6	6	3	3	3	3	3	3	40	100

Семестрова атестація аспірантів

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для заліку
90 – 100	A	зараховано
85-89	B	
75-84	C	
70-74	D	
60-69	E	
35-59	FX	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Засвоєння аспірантом програмного матеріалу змістового модуля вважається успішним, якщо рейтингова оцінка його становить не менше, ніж 60 балів за 100-бальною шкалою.

Додаткові умови допуску до заліку:

У разі виникнення спірних питань щодо не допуску аспірантів до семестрової атестації, вони вирішуються лектором дисципліни спільно із завідувачем кафедри.

Політика навчальної дисципліни

Відвідування занять є обов'язковим для всіх аспірантів.

Пропущені контрольні заходи можна перескласти у визначений викладачем час з дозволу завідувача кафедри. Аспіранти, які в поточному семестрі мали пропуски занять і до початку екзаменаційної сесії не засвоїли матеріал пропущених тем і розділів змістових модулів навчальної дисципліни та не подали обґрунтоване письмове пояснення причин пропущених занять, до семестрової атестації з відповідної дисципліни не допускаються.

Академічна доброчесність. Норми етичної поведінки

Політика та принципи академічної доброчесності визначені Законами України. Норми етичної поведінки аспірантів і працівників визначені Статутом, відповідними законами, підзаконними актами України та відповідними положеннями Інституту. Усі роботи мають бути самостійними, з належними посиланнями на використані джерела. Плагіат, фабрикація або фальсифікація даних, повторне подання однієї роботи, використання чужих матеріалів без вказівки авторства, а також неправомірне використання штучного інтелекту заборонені. У разі виявлення порушень робота не оцінюється (0 балів) із правом повторного виконання за рішенням викладача. Очікується дотримання етичної поведінки під час занять: повага до колег, доброзичливе обговорення, коректне використання візуальних і текстових матеріалів.

Політика використання ШІ-інструментів

Дозволяється використання інструментів штучного інтелекту (ШІ) для допомоги в написанні коду для аналізу, візуалізації даних тощо, редагуванні тексту, структуруванні, візуалізації або генерації ідей за умови перевірки фактичного матеріалу, критичного осмислення отриманого контенту та подання власної інтерпретації. У кожній доповіді чи презентації обов'язково зазначається, які саме ШІ-інструменти застосовано і з якою метою (наприклад: "ChatGPT — для редагування мови", "Copilot — для створення схеми").

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Аспіранти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

Основна література:

1. Біофізика : підручник / за ред. О. В. Чалого. – Київ : ВПЦ «Київський університет», 2021.
2. Медична та біологічна фізика : навчальний посібник / В. М. Мороз, І. С. Гуменюк. – Вінниця : Нова книга, 2021.
3. Фізика живих систем : навчальний посібник / за ред. В. П. Шестопалова. – Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2022.
4. Остапенко В. В. Фізичні методи вимірювання в біомедичних системах. Харків, 2022.
5. Аналітичні методи в біофізиці та біомедичних дослідженнях : навчальний посібник / О. М. Петренко та ін. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023.
6. Богданович І. Ю. Електрохімічні датчики та сенсорні системи. Київ: Логос, 2023.
7. Ковальчук С. П. Методи фізичного експерименту та аналіз даних. Київ, 2024