

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

ІНЦ «Інститут біології та медицини»

Кафедра біофізики та нейробіології

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора
з науково-педагогічної роботи
Юлія ПИСЬМЕННА

«___» червня 2025 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

БІОФІЗИКА

для здобувачів освіти

галузь знань	09 Біологія
спеціальність	091 Біологія та біохімія
освітній ступінь	Бакалавр
освітня програма	Біологія
вид дисципліни	обов'язкова

Форма здобуття освіти	денна
Навчальний рік	2025/2026
Семестр	5
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: Олександр ЖОЛОС, Наталія НУРИЩЕНКО, Олександр АРТЕМЕНКО

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

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

КИЇВ – 2025

Розробники: Олександр ЖОЛОС, д.б.н., професор, завідувач кафедри біофізики та нейробіології, Наталія НУРИЩЕНКО, д.б.н., доцент кафедри біофізики та нейробіології

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри біофізики та нейробіології


(підпис) (Олександр ЖОЛОС)

Протокол № 18 від « 18 » червня 2025 р.

Схвалено науково-методичною комісією
ННЦ «Інститут біології та медицини»
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Протокол від «24» червня 2025 року № 3

Голова науково-методичної комісії  (Тетяна ШЕВЧЕНКО)

« 24 » 06 2025 року

1. Мета дисципліни – опанування студентами сучасними теоретичними основами фізики біологічних процесів та елементарними експериментальними навичками у сфері біофізичних досліджень.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

- 1. Успішне опанування науково-теоретичним та практичним матеріалом навчальних дисциплін, які викладаються студентам освітнього рівня «бакалавр».*
- 2. Вміти самостійно застосовувати знання з цитології, біохімії, молекулярної біології, та ін. дисциплін, працювати з науково-методичною літературою.*
- 3. Володіти елементарними навичками роботи з матеріалами та обладнанням, що використовуються в біофізичній лабораторії.*

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна присвячена вивченню основ біофізики. Розглядаються такі питання як термодинаміка біологічних процесів, молекулярна, клітинна біофізика, механізми електрогенезу. Надаються знання про біофізичні механізми м'язової та нем'язової форм рухливості, трансформацію енергії в мембранах мітохондрій та пластид, основи фотобіології, біофізику сенсорних і складних систем, радіаційну біофізику. Задачами курсу є засвоєння основних принципів теоретичних положень сучасної біофізики; пояснення взаємозв'язку фізичного і біологічного аспектів функціонування живих систем, опанування біофізичних методів дослідження. Особлива увага приділяється питанням регуляції клітинних процесів.

4. Завдання (навчальні цілі):

- 1) засвоєння студентами основних принципів і теоретичних положень сучасної біофізики;
- 2) пояснення взаємозв'язку фізичного і біологічного аспектів функціонування живих систем;
- 3) опанування біофізичних методів дослідження;
- 4) Згідно до вимог Стандарту вищої освіти України перший (бакалаврський) рівень вищої освіти (сьомий рівень НРК України), (галузь знань 09 «Біологія», спеціальність 091 «Біологія та біохімія») дисципліна забезпечує набуття студентами наступних компетентностей:

інтегральної:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в галузі біології при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування законів, теорій та методів біологічної науки і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

загальних:

ЗК03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК08. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК10. Здатність працювати в команді.

спеціальних:

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

СК02. Здатність демонструвати базові теоретичні знання в галузі біологічних наук та на межі предметних галузей.

СК03. Здатність досліджувати різні рівні організації живого, біологічні явища і процеси.

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

СК09. Здатність аналізувати результати взаємодії біологічних систем різних рівнів організації, їхньої ролі у біосфері та можливості використання у різних галузях господарства, біотехнологіях, медицині та охороні навколишнього середовища.

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	Знати основні теоретичні аспекти фізики біологічних процесів.	Лекція, Самостійна робота	Модульна контрольна робота, оцінювання усних відповідей та доповнень, іспит	30
1.2	Знати основні практичні аспекти фізики біологічних процесів.	Лекція, самостійна робота		
1.3	Знати основні поняття, закони термодинаміки біологічних систем, кінетики біологічних процесів, молекулярної біофізики, біофізики мембран і мембранних процесів, біофізики скорочувальних систем, біоелектричних явищ і фотохімічних процесів.	Лекція, самостійна робота	Модульна контрольна робота, оцінювання усних відповідей та доповнень, іспит	30
1.4	Знати новітні досягнення в галузі біофізики та перспективи їх використання в біології.	Лекція, самостійна робота		
2.1	Вміти самостійно аналізувати біологічні дані, планувати і проводити елементарні експериментальні дослідження з використанням адекватних сучасних біофізичних методів.	Лекція, лабораторні роботи	Звіти про виконання лабораторних робіт, оцінювання усних відповідей та доповнень, іспит	20
3.1	Вміти працювати в групі при опануванні біофізичних методів дослідження, аналізі отриманих даних	Лабораторні роботи	Звіти про виконання лабораторних робіт, оцінювання усних відповідей та доповнень	20

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання:

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	3.1
Програмні результати навчання (назва)						
ПР03. Планувати, виконувати, аналізувати дані і презентувати результати експериментальних досліджень в галузі біології.	+	+	+	+	+	+
ПР06. Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, екології, математики у процесі навчання та забезпечення професійної діяльності.	+	+	+	+		
ПР07. Володіти прийомами самоосвіти і самовдосконалення. Уміти проектувати траєкторію професійного росту й особистого розвитку, застосовуючи набуті знання.					+	
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.			+	+		
ПР19. Застосовувати у практичній діяльності методи визначення структурних та функціональних характеристик біологічних систем на різних рівнях організації.		+		+	+	+
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.	+	+	+	+		
ПР25. Вирішувати конкретні прикладні задачі біології відповідними методами.					+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 – РН 1.1; РН 1.2 (Блок тем розділів 1, 2) – 13 балів/8 балів
2. Модульна контрольна робота 2 – РН 1.3; РН 1.4 (Блок тем розділів 3, 4) – 13 балів/8 балів
3. Оцінювання звітів про виконання лабораторних робіт РН 2.1- 3.1 – 24 балів/12 балів
4. Оцінювання усних відповідей та доповнень РН 1.1- 3.1 – 10 балів/5 балів

- підсумкове оцінювання: у формі іспиту

Загальна підсумкова оцінка з освітнього компонента, підсумковою формою контролю якого є іспит, визначається як сума балів за всіма успішно оціненими результатами навчання під час семестру (оцінки нижче мінімального порогового рівня до підсумкової оцінки не додаються) та оцінки, отриманої під час іспиту.

Формою проведення іспиту є тестова контрольна робота, перевіряються результати навчання 1.1.-2.1, максимальна кількість балів – 40 за 100-бальною шкалою.

- умови допуску до іспиту:

Обов'язковим для іспиту є відпрацювання всіх лабораторних робіт, успішне написання 2 модульних контрольних робіт (по кожній не менше 50% правильних відповідей),. Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів.

7.2 Організація оцінювання:

Модульні контрольні роботи 1 і 2 проводяться після завершення лекцій з розділів 1,2 та 3,4, відповідно. Оцінювання звітів по лабораторним роботам проводиться протягом курсу.

7.3 Шкала відповідності оцінок

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

8. Структура навчальної дисципліни.

Тематичний план лекційних занять

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин		самостійна робота
		лекції	Лабораторні роботи	
Розділ 1				
1	Тема 1.Термодинаміка біологічних процесів	4	4	13
	Лекція 1. Біофізика в системі біологічних наук. Особливості біологічних об'єктів як відкритих термодинамічних систем. Основні постулати і закони термодинаміки в біології. Термодинамічні потенціали.	2		
	Лабораторна робота 1. Визначення параметрів поверхневого натягу у фізіологічних середовищах.		2	
	Самостійна робота. Обмін речовин і енергії в організмі. Енергообмін людини і способи його визначення.			5
	Лекція 2. Термодинаміка необоротних процесів. Поняття рівноважних і стаціонарних станів.	2		
	Самостійна робота. Біологічні види, популяції, біогеоценози як відкриті еволюціонуючі термодинамічні системи.			4
	Лабораторна робота 2. Визначення стандартної вільної енергії і константи рівноваги біохімічної реакції.		2	
	Самостійна робота. Експериментальне визначення термодинамічних параметрів біологічних систем. Мікрокалориметрія білків і нуклеїнових кислот.			4
Розділ 2				
2	Тема 2. Молекулярна біофізика	4	10	20
	Лекція 3. Структурна організація і конформації біомакромолекул. Біофізика білків. і нуклеїнових кислот. Оптичні методи, їх використання в біології та медицині. Застосування сучасних біофізичних методів для вивчення структури макромолекул та взаємодії фармакологічних препаратів з їх мішенями – білками і нуклеїновими кислотами.	2		
	Лабораторна робота 3. Спектрофотометрія білків і нуклеїнових кислот.		2	
	Самостійна робота. Фізична природа оптичної активності. Просторова дисперсія та молекулярна інтерференція. Дисперсія оптичного обертання (ДОО) α -спіральних поліпептидів. Визначення ступеня спіральності білків за даними ДОО. Використання кругового дихроїзму (КД) для швидкого аналізу структури білків. КД у вивченні конформаційних змін нуклеїнових кислот.			4
	Лабораторна робота 4. Фізико-хімічні властивості амінокислот.		2	
	Самостійна робота. Слабкі зв'язки і взаємодії у регуляції механізмів роботи білків. Регуляція активності білків.			4

	Лекція 4. Кінетика ферментативних реакцій.	2		
	Лабораторна робота 5. Кінетика гідролітичного розщеплення сахарози		2	
	Самостійна робота. Молекулярний механізм взаємодії ферменту з субстратом. Конформаційні перебудови ферментів при взаємодії з субстратами.			6
	Лабораторна робота 6. Крива плавлення ДНК.		4	
	Самостійна робота. Сучасні методи дослідження ДНК. ПЛР-аналіз та інші методи.			6
Розділ 3				
	Тема 3.Біофізика клітинних процесів	13	8	15
	Лекція 5. Біофізика біологічних мембран. Фазові переходи в мембранах. Флуоресцентні методи в вивченні структурно-функціональної організації біомембран. Транспорт речовин через біомембрани.	2		
	Лабораторна робота 7. Фізико-хімічні властивості ліпідних моношарів.		2	
	Самостійна робота. Модельні мембранні системи. Ліпосоми та суцільні ліпідні наночастинки як сучасні платформи для доставки лікарських препаратів.			4
	Лекція 6. Історія електробіофізики, основні віхи у дослідженні іонних каналів. Мікроелектродна техніка і метод петч-клемп. Методи зовнішньоклітинної реєстрації потенціалів і струмів (ЕКГ, ЕЕГ).	2		
	Лабораторна робота 8. Гемоліз еритроцитів		2	
	Лабораторна робота 9. Електрофоретична швидкість і ξ -потенціал дріжджових клітин.		2	
	Лекція 7. Фізико-хімічні механізми виникнення мембранного потенціалу спокою. Пасивні електричні властивості клітин та їх фізіологічне значення.	2		
	Самостійна робота. Кістозний фіброз як дисфункція хлорних CFTR каналів, механізми порушення секреції електролітів і патогенез захворювання. Роль АТФ-чутливих K_{ATP} калієвих каналів у патогенезі цукрового діабету. Каналопатії нервової системи і скелетних м'язів. Роль іонних каналів у виникненні серцевої аритмії.			3
	Лекція 8. Електрична збудливість клітин, механізми генерації потенціалів дії. Форми електричної активності різних типів клітин.	2		
	Самостійна робота. Роль іонних каналів у кальцієвій сигналізації клітин. Рецептор-керований та депо-залежний вхід іонів кальцію у клітини. Механізми вивільнення кальцію з внутрішньоклітинних депо. Локальна та глобальна кальцієва сигналізація. Роль кальцій-залежних іонних провідностей мембрани в регуляції електричної активності клітин.			

	Лекція 9. Будова, класифікація та біофізичні властивості основних типів іонних каналів. Трансмембранний транспорт іонів як єдина система.	2		
	Самостійна робота. Роль спряжених з G-білками. рецепторів і систем вторинних посередників в регуляції активності іонних каналів і електричної активності різних типів клітин.			
	Лекція 10. М'язова та нем'язова форми рухливості.	2		
	Самостійна робота. Небулін і тайтін в структурі та регуляції скорочення скелетних м'язів. Рухомість прокаріотичних клітин. Структурна організація джгутика бактерій. Молекулярні механізми повертання джгутика бактерії.			4
	Лекція 11. Трансформація енергії в спряжених мембранах. Біофізика фотосинтезу	1		
	Лабораторна робота 10. Визначення стандартних редокс-потенціалів потенціометричним методом.		2	
	Самостійна робота. Механізми розщеплення води і генерації кисню при світловій фазі фотосинтезу.			4
Розділ 4				
	Тема 4. Біофізика складних систем	7	6	12
	Лекція 12. Загальні принципи міжклітинних комунікацій та передачі інформації в клітині. Молекулярні системи регуляції клітинних процесів. Кальцієвий сигнал.	2		
	Самостійна робота. Класифікація, особливості будови і функціонування клітинних рецепторів. Основні принципи регуляції біологічних процесів на молекулярному, клітинному та організмовому рівнях. Клітинно-матриксні взаємодії при загоєнні ран.			4
	Лекція 13. Принципи кодування інформації в рецепторах, передача і модуляція сигналу в сенсорних системах.	1		
	Лабораторна робота 11. Визначення осмотичного тиску.		2	
	Самостійна робота Основи біоакустики, слухові рецептори. Оптична система ока, особливості трансдукції зорового сигналу. Рецептори нюху та смаку.			4
	Лекція 14. Радіаційна біофізика. Загальні принципи радіаційної дозиметрії. Біологічна дія іонізуючої радіації. Радіобіологія людини.	4		
	Лабораторна робота 12. Визначення радіоактивності окремих речовин та середовища.		4	
	Самостійна робота. Модифікація променевого ураження клітин. Радіопротектори і радіосенсибілізатори. Участь радіотоксинів у розвитку променевого ураження.			4
	ВСЬОГО	28	28	60

Загальний обсяг 120 год., в тому числі:
лекції – 28 год.;
лабораторні заняття – 28 год;
консультації – 4 год;
самостійна робота – 60 год.

9. Рекомендовані джерела:

Основні:

1. Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошніченко М.С., Шуба М.Ф. Біофізика. – К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2008. – 567 с.
2. Говорун Д.М., Нурищенко Н.Є. (Ред) Фізика біосистем у формулах, термінах, схемах .- Київ:ТОВ «ЦП КОМПРИНТ», 2017.- 226 с.
3. Костерін С. О., Карахім С. О. Біохімічна кінетика. – К.: Наукова думка, 2021. - 311 с.
4. Мартинюк В.С., Нурищенко Н.Є., Артеменко О.Ю. Методичні рекомендації до лабораторного практикуму з біофізики (Біофізичні методи в радіобіологічних дослідженнях). – Київ, 2023. – 42 с.
5. Нурищенко Н.Є., Артеменко О.Ю., Мороз О.Ф. Методичні рекомендації до лабораторного практикуму з біофізики “Методи дослідження механізмів м’язового скорочення”.- Київ, 2025. – 40 с.
6. Давидовська Т.Л., Мірошніченко М.С., Прилуцький Ю.І., Жолос О.В. Теоретичні та експериментальні основи біофізики електричних явищ. К.: Фітосоціоцентр, 2006 р. - 190 с.
7. Boal D. Biophysics: Mechanics of the Cell. 2nd Edition. Cambridge University Press, 2012. - 624 pp. <http://www.sfu.ca/~boal/moc2.html>.

Додаткові:

1. TRiPs across epithelial and endothelial barriers in health and disease. Editors A.V. Zholos, G.M. Tolstanova, Nova Science Publishers, New York. – 2021, 257 pp.
2. Korogod S.M., Tsagareli M., Delmas P., Zholos A.V. (2022). Temperature-dependent mechanisms of neuron functioning: Emerging concepts. *Frontiers in Cellular Neuroscience* 16:1009071. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fncel.2022.1009071/full>.
3. Prylutsky Yu., Nozdrenko D., Motuziuk O., Prylutska S., Vareniuk I., Nurishchenko N., Franskevych D., Soroca V., Bogutska K., Ritter U. C₆₀ fullerene promotes post-traumatic recovery of the rat *muscle gastrocnemius*. *Nanomedicine (Lond)*. 2025. Vol. 20, no. 6. P. 571-584. (Q2) <https://doi.org/10.1080/17435889.2025.2461988>
4. Prylutsky Yu., Nozdrenko D., Motuziuk O., Prylutska S., Nurishchenko N., Franskevych D., Soroca V., Cherepanov V., Kalinin I., Korzhyk O., Ritter U. C₆₀ fullerene improves the contractile activity of the injured rat *muscle gastrocnemius*. *Nanotechnology*. 2025. Vol. 36, no. 12. Art. no. 125101 (Q2) <https://doi.org/10.1088/1361-6528/ada29a>
5. IUPHAR/BPS Guide to Pharmacology. <https://www.guidetopharmacology.org>.
6. Biophysical Society (USA). Education Resources. <https://www.biophysics.org/education-resources>.
7. Bezanilla F. Electrophysiology and the molecular basis of excitability. 1998-2022. <http://nerve.bsd.uchicago.edu>.
8. The Axon CNS Guide to Electrophysiology and Biophysics Laboratory Techniques. Molecular Devices, 281 p., 2021. <https://www.moleculardevices.com/en/assets/user-guide/dd/cns/axon-guide-to-electrophysiology-and-biophysics-laboratory-techniques>.
9. Alexander S.P.H. et al. The Concise Guide to Pharmacology 2021/22. *British Journal of Pharmacology*, 178, Issue S1, 513 pp. <https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/toc/14765381/2021/178/S1>.