

**Міністерство освіти і науки України**  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

**Кафедра радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих  
засобів і технологій (№ 502)**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми

 Олександр ДОВНАР  
(підпис) (ім'я та прізвище)

« 31 » \_\_\_\_\_ серпня \_\_\_\_\_ 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

БІОФІЗИКА

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 Інформаційні технології  
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 122 Комп'ютерні науки  
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Комп'ютерні технології в біології та медицині  
(найменування освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)**

**Харків 2024 рік**

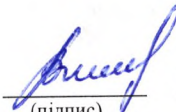
Розробник: професор кафедри 502, к.т.н., доцент Анна ТРУНОВА   
(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я та прізвище) (підпис)

доцент кафедри 502, к.т.н. Андрій ПОРВАН   
(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я та прізвище) (підпис)

Робочу програму навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій (№502)

Протокол № 1 \_\_\_\_\_ від « 31 » серпня 2024 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор  
(науковий ступінь і вчене звання)

  
(підпис)

Олена ВИСОЦЬКА  
(ім'я та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 3	<b>Галузь знань</b> <u>12 Інформаційні технології</u> <small>(шифр і найменування)</small>  <b>Спеціальність</b> <u>122 Комп'ютерні науки</u> <small>(код і найменування)</small>  <b>Освітня програма</b> <u>Комп'ютерні технології в біології та медицині</u> <small>(найменування)</small>  <b>Рівень вищої освіти:</b> перший (бакалаврський)	<i>Обов'язкова</i>
Кількість модулів – 2		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів – 4		2024/2025
Індивідуальне завдання <u>РР</u> <small>(назва)</small>		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин – 40/90		3-й
		<b>Лекції*</b>
		<u>16</u> годин
		<b>Практичні, семінарські*</b>
		<u>24</u> години
		<b>Лабораторні*</b>
	- годин	
	<b>Самостійна робота</b>	
	<u>50</u> годин	
	<b>Вид контролю</b>	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 40 / 50.

\*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** дати знання про основи фізичної сутності організації та функціонування біологічних об'єктів на клітинному, тканинному рівнях та на рівні організму в цілому, розкрити природу обмінних процесів, біоелектрогенезу, біомеханіки м'язового скорочення та системи кровообігу, необхідних для подальшого інтегрування знань та вирішення складних технічних питань біології та медицини із застосуванням комп'ютерних технологій

**Завдання:** формування у студентів стійких базових знань з біологічної та медичної фізики, розуміння теоретичних основ біології, фізико-хімічної біології, вміння використовувати ці знання для вирішення конкретних завдань з одержання і обробки медико-біологічної інформації.

### **Компетентності, які набуваються:**

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов (*IK*).

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (*ЗК2*).

Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (*ЗК3*).

Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач (*СК4*).

Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем (*СК7*).

Здатність розуміти ключові аспекти та концепції в області комп'ютерних технологій в біології та медицині, застосовувати основні підходи і методи дослідження живих організмів та використовувати їх під час створення медичних комп'ютерних систем (*СК18*).

### **Очікувані результати навчання:**

Застосовувати знання основних законів абстрактно-логічного мислення і методів обробки та синтезу інформації в предметній області (*ПР 1*).

Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру (*ПР 2*).

Використовувати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей для розв'язування задач статистичної обробки даних (*ПР 3*).

Застосовувати сучасні підходи для розв'язання нових проблем, що виникають в сфері комп'ютерних технологій біології та медицини, враховуючи біоетичні, біофізичні аспекти, існуючі державні і закордонні стандарти (ПР 19).

**Пре реквізити:** Вища математика, Фізика, Медична інформатика, Біоетика та фахова термінологія.

**Кореквізити:** Вища математика, Анатомія та патофізіологія людини.

**Постреквізити:** Методи медико-біологічних досліджень, Ознайомча практика.

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Модуль 1.**

##### **Змістовний модуль 1. *Квантова та молекулярна біофізика.***

**Тема 1. Молекулярна та квантова біофізика.** Вступ. Біофізика як наука, визначення біофізики. Предмет і головні задачі біофізики. Історія становлення біофізики як науки, роль досягнень фізики, хімії, біології у виникненні та розвитку біофізики, етапи розвитку біофізики. Сучасні проблеми біофізики. Об'єкти досліджень у молекулярній біофізиці. Особливості хімічного складу живої матерії. Міжмолекулярні взаємодії і сили, які стабілізують будову біологічних макромолекул. Основні фізичні властивості макромолекул. Дифузія макромолекул, поглинання та розсіювання світла, седиментація, електрофорез макромолекул. Фізика ферментів. Електронні переходи в молекулах. Поняття про рівні збудженого стану. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Спектри поглинання біологічних сполук. Природа люмінесценції та її застосування в медицині. Фотобіологічні процеси. Роль фотосенсибілізаторів у формуванні відповідної реакції організму. Основи фотомедицини.

**Тема 2. Біофізика мембран.** Основні функції біологічних мембран. Сучасне уявлення про структуру мембрани. Модельні ліпідні мембрани. Явища переносу речовин через біомембрани. Дифузія. Рівняння Фіка. Осмос. Фільтрація. Електроосмос. Молекулярна організація активного транспорту речовин через біомембрани.

##### **Змістовний модуль 2. *Термодинаміка.***

**Тема 1. Основні поняття термодинаміки.** Термодинаміка біофізичних процесів. Оборотний процес. Закони термодинаміки біологічних систем. Рівняння Пригожина. Організм як відкрита термодинамічна система.

**Тема 2. Теплоперетворення в організмі живої істоти.** Поняття метаболізму. Тепловий баланс організму. Способи теплообміну. Хімічна і

фізична терморегуляція в організмі. Стаціонарний стан та критерії досягнення стійкості стаціонарного стану біологічних систем.

### **Модульний контроль 1.**

#### **Змістовний модуль 3. Біофізика тканин та рідин.**

##### **Тема 1. Біоелектричні властивості органів та тканин**

Структурна організація м'язового волокна. Скоротливі білки м'язів. Механічна будова м'язу. Механізм м'язового скорочення. Ізотонічне та ізометричне скорочення. Регуляція м'язового скорочення. Пружність, в'язкість, повзучість та релаксація м'язів. Рівняння Хілла. М'язова координація. Біоелектричні потенціали. Електропровідність біологічних тканин і рідин при постійному струмі. Види поляризації. Проходження змінного електричного струму через біологічні об'єкти. Дія електричного струму на живі організми. Фізіологія і властивості збудливих тканин.

##### **Тема 2. Біофізика системи кровообігу**

Внутрішнє тертя. Формула Ньютона. Формула Гагена-Пуазейля. Гідравлічний опір. Рівняння Бернуллі. Система кровообігу людини. Біофізичні функції елементів серцево-судинної системи. Пульсова хвиля. Електрична модель серцево – судинної системи.

#### **Змістовний модуль 4. Біофізика процесів рецепції**

##### **Тема 1. Основи біофізики сенсорних систем**

Проблема сполучення між первинним взаємодією зовнішнього стимулу з рецепторним субстратом і генерацією рецепторного (генераторного) потенціалу. Загальні уявлення про структуру та функції рецепторних клітин. Місце рецепторних процесів в роботі сенсорних систем.

Будова зорової клітини. Молекулярна організація фоторецепторної мембрани; динаміка молекули зорового пігменту в мембрані. Зорові пігменти: класифікація, будова, спектральні характеристики; фотохімічні перетворення родопсину. Ранні та пізні рецепторні потенціали. Механізми генерації пізнього рецепторного потенціалу.

Рецепторні закінчення шкіри, пропріорецептори. Механорецептори органів чуття: органи бічної лінії, вестибулярний апарат, кортіїв орган внутрішнього вуха. Загальні уявлення про роботу органу слуху. Сучасні уявлення про механізми механорецепції; генераторний потенціал. Нюх. Сприйняття запахів: пороги, класифікація запахів. Смакові якості. Будова смакових клітин. Проблема смакових рецепторних білків. Проблема клітинного впізнавання. Механізми взаємодії клітинних поверхонь.

##### **Тема 2. Зовнішні електричні поля органів та тканин**

Біофізичні принципи дослідження електричних полів в організмі людини. Потенціал електричного поля токового диполя. Фізичні та біофізичні основи електрокардіографії, електроенцефалографії, електроміографії. Поняття про векторну електрокардіограму. Інші джерела електричних та електромагнітних полів в організмі людини.

## Модульний контроль 2

### Модуль 2.

Індивідуальне завдання – розрахункова робота «Математична біофізика та дія фізичних факторів на біологічні об'єкти»

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовний модуль 1. Квантова та молекулярна біофізика</b>					
Тема 1. Молекулярна та квантова біофізика	12	2	4		6
Тема 2. Біофізика мембран	7	2	2		3
Разом за змістовним модулем 1	19	4	6		9
<b>Змістовний модуль 2. Термодинаміка</b>					
Тема 1. Основні поняття термодинаміки	8	2	2		4
Тема 2. Теплоперетворення в організмі живої істоти.	8	2	2		4
<b>Модульний контроль 1</b>	3		2		1
Разом за змістовним модулем 2	19	4	6		9
<b>Змістовний модуль 3. Біофізика тканин та рідин</b>					
Тема 1. Біоелектричні властивості органів та тканин	11	2	4		5
Тема 2. Біофізика системи кровообігу	6	2			4
Разом за змістовним модулем 3	17	4	4		9
<b>Змістовний модуль 4. Біофізика процесів рецепції</b>					
Тема 1. Основи біофізики сенсорних систем	11	2	4		5
Тема 2. Зовнішні електричні поля органів та тканин	9	2	2		5
<b>Модульний контроль 2</b>	3		2		1
Разом за змістовним модулем 4	23	4	8		11
<b>Модуль 2</b>					
Індивідуальне завдання	12	-	-	-	12
<b>Усього годин</b>	<b>90</b>	<b>16</b>	<b>24</b>		<b>50</b>

**5. Теми семінарських занять**  
не передбачено навчальним планом

## 6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення параметрів біомолекул	2
2	Визначення імпульсних та кінетичних характеристик біологічних об'єктів	2
3	Визначення характеристик популяції бактерій	2
4	Модульний контроль 1	2
5	Обмін енергії та речовин в мембранах	2
6	Визначення параметрів теплоперетворення в біологічних об'єктах	2
7	Визначення діелектричної проникності комплексона	2
8	Дослідження електродинамічних явищ у біологічних об'єктах	2
9	Біофізика сенсорних систем людини	2
10	Вивчення акустичних характеристик біологічних об'єктів	2
11	Вивчення явищ, що виникають при взаємодії лазерного випромінювання з біологічними об'єктами	2
12	Модульний контроль 2	2
	<b>Разом</b>	24

## 7. Теми лабораторних занять не передбачено навчальним планом

## 8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Підготовка до практичних занять	20
2	Підготовка до модульного контролю	2
3	Вивчення теоретичного матеріалу за додатковою літературою	16
4	Виконання індивідуального завдання	12
	<b>Разом</b>	50

## 9. Індивідуальні завдання

Розрахункова робота за темою «Математична біофізика та дія фізичних факторів на біологічні об'єкти»

## 10. Методи навчання

Практичний (практичні, розрахункові роботи); наочний (метод ілюстрацій і метод демонстрацій); словесний (лекція, дискусія, співбесіда тощо); робота з навчально-методичною літературою; відеометод у сполученні з новітніми інформаційними технологіями та комп'ютерними засобами навчання (мультимедійний).



## 11. Методи контролю

Проведення поточного контролю на практичних заняттях, письмового та модульного контролю, захисту розрахункових робіт, фінальний контроль у вигляді іспиту.

## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Модуль 1</b>			
Виконання практичних робіт	0...5	10	0...50
Модульний контроль	0...16	2	0...32
<b>Модуль 2</b>			
Виконання і захист РР	0...18	1	0...18
<b>Усього за семестр</b>			<b>0...100</b>

Білет для іспиту складається з двох теоретичних та одного практичного завдання. Кожне теоретичне завдання оцінюється максимум в 30 балів, виконання практичного завдання – максимум 40 балів.

Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

### Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та здати всі практичні роботи та домашні завдання.

**Добре (75 - 89).** Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати практичні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Уміти обирати та використовувати методику оцінювання біофізичних характеристик тканин / біологічних об'єктів за наданими умовами.

**Відмінно (90 - 100).** Повно знати основний матеріал. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Уміти обирати та використовувати методику оцінювання біофізичних характеристик тканин / біологічних об'єктів за наданими умовами. Уміти вирішувати завдання, які сформульовані з використанням матеріалу, викладеного в додаткових рекомендованих літературних джерелах

### Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

### 13. Методичне забезпечення

Навчально-методичне забезпечення дисципліни "Біофізика" для бакалаврів / Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т" ; розроб. А. І. Печерська. - Харків, 2019. - 112 с - [http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/001D5\\_Biofizika.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/001D5_Biofizika.pdf)

Біофізика та медична апаратура : навч. посіб. : гриф МОН України / В. Є. Добрава, В. О. Тіманюк ; М-во освіти і науки України, М-во охорони здоров'я України, Нац. фармацевт. ун-т. - Київ. - ВД "Професіонал", 2006. - 200 с. - <https://library.khai.edu/catalog>

Методичні вказівки до виконання розрахункової роботи з дисципліни «Біофізика» для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності 122 Комп'ютерні науки, освітня програма: Комп'ютерні технології в біології та медицині. Електронне видання / Упоряд.: А. П. Порван. – Харків: НАУ ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», 2023. – 52 с. - <https://library.khai.edu/catalog>

### 14. Рекомендована література

#### Базова

Біофізика: підручник: гриф МОН України / П.Г. Костюк., В.Л. Зима., І.С. Магура та ін: за ред. П.Г. Костюка. – Київ: Обереги, 2001. – 544 с.

Посудін Ю.І. Біофізика. Підручник. – Київ: Ліра-К, 2016. – 472 с.

Медична і біологічна фізика: Навчальний посібник для студентів / Е.І. Сливко, О.З. Мельнікова, О.З.Іванченко, Н.С. Біляк. - Запоріжжя, 2018. – 291 с.

Терещенко М.Ф. Біофізика: підручник/ М. Ф.Терещенко, Г. С. Тимчик, І. О. Яковенко. - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. – 444 с.

#### Допоміжна

Біофізика. Практикум/ М. Ф. Терещенко, Г. С. Тимчик, І.О. Яковенко - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. – 288 с.

Біофізика в задачах та прикладах: навч. посіб. / В. С. Антонюк, Г. С. Тимчик, М. О. Бондаренко та ін. - К.: НТУУ «КПІ», 2015. 208 с.

Літнарлович Р. М. Біофізика. Медична фізика, теоретична і прикладна фізика. Збірник задач. –Рівне: МЕРУ, 2011. – 205 с.

Meyer V. Jackson. Molecular and Cellular Biophysics. - Cambridge university press, 2006. – 524 p.

### 15. Інформаційні ресурси

Інформаційний портал кафедри 502, <https://new.nk502.xai.edu.ua/>  
[https://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo\\_thumb/Biological-Physics-Energy--Information--Life.pdf](https://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/Biological-Physics-Energy--Information--Life.pdf)