

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

Кафедра фізики (№ 505)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


_____ Олег ЧУГАЙ
(підпис) (ім'я та прізвище)

« 27 » серпня 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

БІОФІЗИКА ТА БІОМЕХАНІКА

Галузі знань: 15 Автоматизація та приладобудування
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 153 Мікро- та наносистемна техніка
(код і найменування спеціальності)


Освітні програми: Мікро- та наносистемна техніка
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2023 рік

Розробник: Чугай О.М., професор каф.505, д.т.н., професор
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


_____ (підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри фізики (505)

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 25 » серпня 2023 р.

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


_____ (підпис)

_____ А.О. Таран
(ініціали 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	<p>Галузь знань <u>15 Автоматизація та приладобудування.</u></p> <p>Спеціальність <u>153 «Мікро- та наносистемна техніка</u> (код і найменування)</p> <p>Освітня програма <u>Мікро- та наносистемна техніка</u> (найменування)</p> <p>Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	Обов'язкова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2023/2024
Індивідуальне науково-дослідне завдання <u>РР «Принципи біомеханіки»</u> (назва)		Семестр
Загальна кількість годин –36/90		4-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 3,1		Лекції*
		22 години
		Практичні, семінарські*
		16 годин
		Лабораторні*
	Самостійна робота	
	48 годин	
Вид контролю		
Екзамен		

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 вивчення: формування знань щодо закономірностей та особливостей фізичних та механічних процесів в організмі людини..

Завдання: формування у студентів розуміння особливостей застосування основних законів фізики та фізичних методів в області біології; механізмів дії фізичних факторів на живі організми; використання біофізичних параметрів та методів для діагностики стану біологічних систем.

Після опанування дисципліни здобувач набуває наступні **загальні компетентності:**

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу,
- здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями,
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- здатність приймати обґрунтовані рішення,
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях,
- здатність діяти на основі етичних міркувань,
- здатність працювати самостійно.

та **фахові компетентності:**

- здатність проводити необхідні математичні розрахунки (вимірювання, обчислення),
- здатність розуміти фізичні процеси, що проходять у техніці та її елементах (системах),
- здатність математично описувати і моделювати фізичні процеси в системах керування літальних апаратів,
- здатність орієнтуватися в основних фізичних та фізико-хімічних закономірностях, які лежать в основі функціонування біологічних об'єктів.
- знати фізико-хімічні, експлуатаційні та спеціальні властивості матеріалів, котрі використовуються для створення компонентів елементної бази мікро- та наноелектроніки.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліні передують курси: «Фізика», «Лінійна алгебра та аналітична геометрія».

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Основи біомеханіки

Тема 1. Вступ до дисципліни.

Предмет, метод та задачі біофізики та біомеханіки. Зв'язок з іншими науковими та учбовими дисциплінами. Історичний огляд. Склад, структура та задачі дисципліни. Біологічні системи, людина як предмет біофізичного дослідження.

ТЕМА 2. Будова та фізичні властивості твердих тіл.

Кристалічні й аморфні тіла. Основні типи хімічного зв'язку між частинками в кристалах. Періодичність та симетричність будови кристалів. Анізотропія фізичних властивостей кристалів. Типи дефектів структури та їх вплив на фізичні властивості кристалів.

ТЕМА 3. Деформація й еластичність біологічних тканин.

Пружна й пластична деформації тіл. Види деформації. Відносна деформація та механічна напруженість. Закон Гука. Пружні властивості біологічних тканин. Властивості кісткової тканини та колагенових волокон. Пружні властивості стінок кровоносних судин.

ТЕМА 4. Будова та властивості біологічних рідин. Поняття біореології.

Будова та фізичні властивості води та біологічних рідин (крові). Структурована вода, кластерна модель. Електронно-коливальні переходи в молекулах води. Аномальні властивості води. Властивості водних розчинів речовин. Реологічні моделі руху та деформації біоматеріалів.

ТЕМА 5. Рух в'язких рідин у біологічних системах.

Основні рівняння руху рідини. Ідеальні та неідеальні рідини. Рівняння нерозривності струменя. Рівняння Бернуллі. Неідеальні (ньютонівські) рідини. Закон Ньютона для руху рідин. Динамічна, відносна та кінематична в'язкість рідини. Особливості руху крові по судинах. Залежність динамічної в'язкості крові від її складу. Показник гематокриту крові. Особливості руху крові по судинах різних діаметрів (ефект Фареуса-Ліндквіста). Потужність серця теплокрової істоти. Роль поверхневого натягу в функціонуванні біологічних систем. Вплив розчинених речовин на поверхневий натяг рідин.

ТЕМА 6. Коливальні рухи та хвильові процеси в біосистемах.

Коливальний рух точки. Гармонічні механічні коливання. Кінематичні характеристики гармонічних коливань. Маятники. Диференціальні рівняння вільних незатухаючих, затухаючих та вимушених коливань. Розв'язки цих рівнянь. Явище резонансу. Енергія гармонічних коливань. Хвильові процеси. Поздовжні та поперечні хвилі. Рівняння біжучої хвилі. Довжина хвилі та хвильове число. Густина потоку енергії хвилі. Резонансно-хвильові методи в медицині.

Змістовний модуль 2. Основи біофізики**ТЕМА 7. Біологічні мембрани як важливі функціональні структури клітин.**

Клітина - структурна і функціональна одиниця живого організму. Роль мембрани в будові та функціонуванні клітини. Структура мембран. Ансамблі ліпідних та білкових молекул. Типи ліпідів: фосфоліпіди, холестерол та гліколіпіди. Взаємодія ліпідних молекул в воді. Гідрофобні сили. Участь ліпідів та білків у процесах, що перебігають у мембранах. Периферичні та інтегральні білки.

ТЕМА 8. Динаміка і фазові переходи ліпідів у мембранах.

Мембрани як рідкі кристали. Поперечний та продольний рух ліпідних молекул. Дифузія молекул ліпідів. Особливості руху білків в мембранах.

Ламелярна фаза гелю, ламелярна рідкокристалічна фаза та гексагональні фази суміші ліпідів з водою. Вплив фазового стану й в'язкості ліпідного бішару мембран на процеси обміну речовин у клітинах. Особливості фазових переходів в мембранах.

ТЕМА 9. Транспорт речовини через біологічні мембрани. Пасивний транспорт речовини.

Роль транспорту речовин в функціонуванні клітини. Пасивний та активний транспорт. Рівняння густини потоку речовини при пасивному транспорті. Градієнт концентрації та градієнт електричного потенціалу як рушійні сили пасивного транспорту. Класифікація основних видів пасивного транспорту через мембрану. Коефіцієнт проникності мембран. Вплив на цей коефіцієнт властивостей мембран та інших чинників. Полегшена дифузія у клітину іонів та полярних молекул не дуже малих розмірів. Явище осмосу.

ТЕМА 10. Активний транспорт речовини через біологічні мембрани.

Активний транспорт як механізм виникнення нерівноважного стану клітини. Експериментальне дослідження активного транспорту. Типи іонних насосів біологічних мембран. Моделі активного транспорту. Роль молекули АТФ. Види вторинно-активного транспорту іонів: уніпорт, симпорт і антипорт.

ТЕМА 11. Перенесення заряджених частинок через мембрани.

Електропровідність та діелектрична проникність мембран. Енергія зарядженої частинки в ліпідній фазі мембрани. Чинники, що знижують енергію іона в мембрані. Потенціальний бар'єр, що перешкоджає проходженню іонів через гідрофобну частину мембрани в негідратованій формі. Естафетний та колективний механізми індукованого транспорту частинок.

ТЕМА 12. Біофізика нервового імпульсу.

Види збудливих клітин в організмі. Особливість функціонування нервових збудливих клітин. Падіння електричного потенціалу на мембрані клітини. Потенціал спокою. Дифузійна й дрейфова складові потоку іонів крізь мембрану. Вплив дифузії різних іонів. Рівняння Гольдмана для стаціонарного потенціалу спокою. Потенціал дії та зміна поляризації мембрани.

ТЕМА 13. Біоакустика.

Звук. Акустичні явища. Побудова та закони функціонування органу слуху. Нормальна робота органу слуху. Механічні пошкодження. Ультразвукові дослідження внутрішніх органів.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	л.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
<u>Змістовний модуль 1. Основи біомеханіки</u>					
Тема 1. Вступ до дисципліни.	3	2			1
Тема 2. Будова та фізичні властивості твердих тіл.	6	2	2		2
Тема 3. Деформація й еластичність біологічних тканин.	9	2	2		5
Тема 4. Будова та властивості біологічних рідин. Поняття біореології.	8	2	2		4
Тема 5. Рух в'язких рідин у біологічних системах.	8	2	2		4
Тема 6. Коливальні рухи та хвильові процеси в біосистемах.	4	2			2
Модульний контроль 1	2				
Разом зі змістовним модулем 1	40	12	8		18
<u>Змістовний модуль 2. Основи біофізики</u>					
Тема 7. Біологічні мембрани як важливі функціональні структури клітин.	7	2	2		3
Тема 8. Динаміка і фазові переходи ліпідів у мембранах.	5	2			3
Тема 9. Транспорт речовини через біологічні мембрани. Пасивний транспорт речовини.	7	2	2		3
Тема 10. Активний транспорт речовини через біологічні мембрани.	6	2	2		2
Тема 11. Перенесення заряджених частинок через мембрани.	6	2	2		2
Модульний контроль 2	2				
Разом за змістовним модулем 2	33	10	8		13
Індивідуальне завдання	17				17
Усього годин	90	22	16		48

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Змістовний модуль 1		
1	Кількісний аналіз пружних властивостей біологічних тканин. Властивості кісткової тканини та колагенових волокон.	2
2	Розгляд будови, руху та фізичних властивостей води та біологічних рідин. Структурована вода.	2
3	Застосування основних рівнянь руху для ідеальної та неідеальної рідини. Рух крові.	2
4	Визначення параметрів коливальних рухів та хвильових процесів в біосистемах.	2
Змістовний модуль 2		
5	Діелектричні характеристики біологічних мембран.	
6	Транспорт речовин крізь біологічні мембрани	2
7	Активний транспорт речовин в функціонуванні клітини	2
8	Визначення мембранного потенціалу спокою.	2
Разом за семестр		16

6. Теми практичних занять

Не передбачено.

7. Теми лабораторних занять

Не передбачено.

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Етапи розвитку біофізики	1
2	Типи дефектів структури та їх вплив на фізичні властивості кристалів.	2
3	Пружні властивості стінок кровеносних судин.	2
4	Аномальні властивості води. Властивості водних розчинів речовин..	3
5	Особливості руху крові по судинах. Залежність динамічної в'язкості крові від її складу. Показник гематокриту крові..	2
6	Резонансно-хвильові методи в медицині.	2
7	Гідрофобні сили. Участь ліпідів та білків у процесах, що перебігають у мембранах..	3
8	Вплив фазового стану й в'язкості ліпідного бішару мембран на процеси обміну речовин у клітинах.	2
9	Особливості фазових переходів в мембранах. Коефіцієнт проникності мембран.	2
10	Вплив на цей коефіцієнт властивостей мембран та інших	3

	чинників.	
11	Види вторинно-активного транспорту іонів: уніпорт, симпорт і антипорт.	3
12	Дифузійна й дрейфова складові потоку іонів крізь мембрану. Вплив дифузії різних іонів.	2
13	Підготовка до модульного контролю (Модуль 1)	2
14	Підготовка до модульного контролю (Модуль 2)	2
15	Виконання розрахункової роботи	17
	Разом	48

9. Індивідуальні завдання

Розрахункова робота за темою «Пружна й пластична деформації тіл і біологічних тканин» з використанням індивідуальних наборів даних.

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, семінарських занять, індивідуальні консультації, самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

1. Перевірка присутності й роботи на лекції.
2. Перевірка засвоєння теоретичного матеріалу за допомогою модульного контролю.
3. Перевірка підготовки до семінарських занять.
4. Перевірка загального засвоєння матеріалу на іспиті.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на практичних заняттях	0...3,75	4	0...15
Модульний контроль	35	1	35
Змістовний модуль 2			
Робота на практичних заняттях	0...3,75	4	0...15
Модульний контроль	35	1	35
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача вищої освіти від балів поточного контролю й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту/заліку складається з двох теоретичних запитань по 50 балів за кожне запитання.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- фундаментальні поняття, закони і теорії розділів фізики, що вивчались;
- застосування основних законів фізики та фізичних методів в області біології;
- механізмів дії фізичних факторів на живі організми;
- використання біофізичних параметрів та методів для діагностики стану біологічних систем;

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- використання теоретичних знань до виконання фізичного аналізу явищ та процесів, що спостерігаються;
- здійснення фізичного аналізу поставленої задачі;
- користування довідковою літературою.

12.3. Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Студент знайомий з основними поняттями навчального матеріалу, може самостійно відтворити значну частину навчального матеріалу та робити певні узагальнення, ознайомлений з основною літературою, рекомендованою програмою, вміє виконувати навчальні завдання, передбачені програмою.

Добре (75-89). Студент вільно володіє навчальним матеріалом, вміє застосовувати вивчений матеріал в стандартних ситуаціях, узагальнювати та систематизувати навчальну інформацію, самостійно виконує передбачені програмою навчальні завдання, самостійно знаходить і виправляє допущені помилки, обґрунтовано вибирає раціональний спосіб виконання навчального завдання.

Відмінно (90-100). Знання вміння та навички студента цілком відповідають вимогам програми. Студент володіє глибокими та міцними знаннями, самостійно визначає проміжні цілі і вміє планувати особисту навчальну діяльність, оцінювати результати власної практичної роботи, вміє знаходити додаткову інформацію та самостійно використовує її для реалізації поставлених перед ним навчальних цілей, судження його логічні і достатньо обґрунтовані, засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності, вміє вільно використовувати сучасні програмні засоби для поповнення власних знань та розв'язування задач.

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

1. Мигаль В.П., Клименко І.А., Фомін А.С. Навчальний посібник для самостійної роботи «Коливання та хвилі» Харків: Національний аерокосмічний університет "ХАІ", 2008. – 106 с.
2. Мигаль В.П., Клименко І.А. Хвилі, кванти і атоми. Навчальний посібник. Х: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т", 2004. – 189 с.
3. Електрика й магнетизм Навч. посібник до лабораторного практикуму. / Воронович Д.О., Луньов І.В., Охрімівський А.М., Подшивалова О.В. // Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т». - 2011. - 140 с.
4. Чугай О. М., Мигаль В. П., Луньов І. В., Олійник С. В., Рубльова О.В. Хвильова оптика. Сучасна фізика. Навч. посіб. до лаб. практикуму . – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харьк. авіац. ін-т». – 2020. – 86 с.
5. Павленко В.Н., Кавецкий С.Н., Кладова О.Ю. Техническая механика. Статика. – уч. пособие для сам. работы студентов. – Харьков: Нац. аерокосм. ун-т «ХАИ», 2005. – 100с.

14. Рекомендована література

1. Біофізика: підручн. / П.Г.Костюк [та ін.]. –К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. –567 с.
2. Кузмінський Є.В., Голуб Н.Б. Біофізика: підручн. –К.: Комп'ютерпрес, 2007. –420 с.
3. Посудін Ю.І. Біофізика: Підручник.– Київ, 2016. – 451 с.
4. Азнакаєв Е.Г. Біофізика: навч. посібн. / Е.Г.Азнакаєв. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 307 с.
5. Біофізика і біомеханіка: підручник. / В.С.Антонюк, М.О. Бондаренко, В.А. Ващенко, Г.В. Канашиевич, Г.С. Тимчик, І.В. Яценко. – Київ: Політехніка, 2012. – 344 с
6. Кічно В.О., Поліщук С.В., Гудков І.М. Основи радіобіології та радіоекології. – К.: Хай-Тек-Прес, 2008. – 320 с.
7. Тарновська А.В. Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В. Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 182 с.
8. Марченко М.М. Кінетика ензиматичних процесів /В кн. Біохімія ензимів / М.М. Марченко, Л.В. Худа, М.М. Великий, Л.І. Остапченко. –Чернівці: Чернівецький національний університет, 2012. –416 с.

15. Інформаційні ресурси

1. <https://youtu.be/BB5KhVQIX0M>
2. <https://youtu.be/AY-bnfGuPk> .
3. <https://youtu.be/CujYMLfk61s> .