

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми
 Олександр ДОВНАР
(підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

« _____ » _____ 2025 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ
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)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник (и): Порван А. П., доцент кафедри 502, канд. тех. наук
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

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

Протокол № 1 від « 29 » серпня 2025 р.

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


(підпис)

Олена ВИСОЦЬКА
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

(підпис)

_____ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Порван Андрій Павлович

Посада: доцент кафедри 502

Науковий ступінь: кандидат технічних наук

Перелік дисциплін, які викладає: Основи програмування та комп'ютерних технологій, Системи управління базами даних в медицині, Моделювання в біології та медицині, Комп'ютерні мережі та телемедицина

Напрями наукових досліджень: медична кібернетика; медичні інформаційні технології та системи; чисельні методи оптимізації; методи і засоби проектування та розробки медичних баз і сховищ даних.

Контактна інформація: тел. 050-083-41-39,
e-mail: a.porvan@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна, заочна
Семестр	3-й
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 3,0 кредитів ЄКТС / 90 годин (32 аудиторних, з яких: лекції – 16, практичні – 16; РР; СРЗ – 58); <u>заочна</u> : 3,0 кредитів ЄКТС / 90 годин (4 аудиторних, з яких: лекції – 2, практичні – 2; РР; СРЗ – 86);
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні заняття, розрахункова робота, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – залік
Пререквізити	Біоетика та фахова термінологія, Медична інформатика та основи медичних знань, Фізика
Кореквізити	Організація медичних баз даних та знань
Постреквізити	Програмування медичних засобів

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

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:

Інтегральна компетентність: здатність розв'язувати спеціалізовані задачі під час професійної діяльності у галузі хімічної та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій і методів біомедичної інженерії для проведення досліджень та/або розроблення інновацій та характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде мати:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК2);
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК3);
- здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності (ЗК16.).

Спеціальні компетентності (СК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде мати:

- здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач (СК4);
- здатність розуміти ключові аспекти та концепції в області комп'ютерних технологій в біології та медицині, усвідомлювати перелік нових проблем, які потребують вирішення в галузі з медико-технічної, біоетичної позицій, застосовувати основні математичні, статистичні та алгоритмічні підходи і методи дослідження живих організмів та використовувати їх під час створення медичних комп'ютерних систем, що вирішують ці завдання (СК17).

Програмні результати навчання (ПРН):

– застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук. (ПР 1);

– використовувати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей та операцій над ними, моделей випадкових процесів та сучасних програмних середовищ для розв'язування задач статистичної обробки даних і побудови прогнозних моделей (ПР 3).

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовний модуль 1. Квантова та молекулярна біофізика.

Тема 1. Введення Молекулярна та квантова біофізика.

Лекційні заняття.

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.

Практичні заняття.

Визначення параметрів біомолекул.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекції, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Тема 2. Біофізика мембран.

Лекційні заняття.

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.

Практичні заняття.

Визначення діелектричної проникності комплексона.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекції, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Змістовний модуль 2. Термодинаміка.

Тема 3. Основні поняття термодинаміки

Лекційне заняття.

Термодинаміка біофізичних процесів. Оборотної процес. Закони термодинаміки біологічних систем. Рівняння Пригожина. Організм як відкрита термодинамічна система.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекції.

Тема 4. Теплоперетворення в організмі живої істоти.

Лекційні заняття.

Поняття метаболізму. Тепловий баланс організму. Способи теплообміну. Хімічна і фізична терморегуляція в організмі. Стаціонарний стан та критерії досягнення стійкості стаціонарного стану біологічних систем.

Практичні заняття.

Визначення параметрів теплоперетворення в біологічних об'єктах.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекції, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт, підготовка до модульного контролю 1.

Модульний контроль 1.

Змістовний модуль 3. Біофізика тканин та рідин.

Тема 5. Біоелектричні властивості органів та тканин

Лекційні заняття.

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.

Практичні заняття.

Визначення характеристик популяції бактерій.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекції, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Тема 6. Біофізика системи кровообігу

Лекційні заняття.

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.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекції.

Змістовний модуль 4. Біофізика процесів рецепції.

Тема 7. Основи біофізики сенсорних систем

Лекційні заняття.

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.

Практичні заняття.

Вивчення акустичних характеристик біологічних об'єктів.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекції, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Тема 8. Зовнішні електричні поля органів та тканин

Лекційні заняття.

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.

Практичні заняття.

Вивчення явищ, що виникають при взаємодії лазерного випромінювання з біологічними об'єктами.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекції, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт, підготовка до модульного контролю 2.

Модульний контроль 2

5. Індивідуальні завдання

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

6. 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).

7. Методи контролю

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

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1			
Виконання практичних робіт	0...6	6	0...36
Модульний контроль	0...16	2	0...32
Модуль 2			
Виконання і захист РР	0...32	1	0...32
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови здобувача освіти від балів підсумкового контролю й за наявності допуску до заліку (виконання усіх практичних робіт). Під час складання семестрового заліку здобувач освіти має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для заліку 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 заліку здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

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

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Задовільно (60-74) – показати мінімально-достатній рівень знань та умінь. Вміти викладати отримані знання в усній чи письмовій формі; при цьому неповний обсяг засвоєного навчального матеріалу не повинен перешкоджати засвоєнню наступного програмного матеріалу; допускаються окремі істотні помилки, виправлені за допомогою викладача. Відпрацювати 100% та захистити не менше 50% всіх практичних робіт. Виконати та захистити індивідуальне завдання (розрахункову роботу). Написати дві модульні контрольні роботи. Вміти пояснити типові шляхи розв’язку завдань, що використовувалися під час виконання практичних робіт.

Добре (75-89) – мати знання, уміння й навички на достатньому рівні. Викладати отримані знання в усній чи письмовій формі у достатньому обсягу, системно, відповідно до вимог навчальної програми (допускаються окремі несуттєві помилки, що виправляються студентом після вказівки викладача). Відпрацювати та захистити всі практичні роботи в обумовлений викладачем строк, показати вміння обґрунтовувати запропоновані рішення та обрані методи розв’язку запропонованих завдань, виконати та захистити індивідуальне завдання (розрахункову роботу). Написати дві модульні контрольні роботи.

Відмінно (90-100) – показати відмінний рівень знань та умінь. Викладати отримані знання в усній чи письмовій формі у повному обсягу, системно, відповідно до вимог навчальної програми (припустимими є одиничні несуттєві помилки, які студент виправляє самостійно). Виділяти істотні ознаки вивченого; вільно оперувати відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв’язки; формулювати висновки і узагальнення. Виконати всі практичні роботи з навчальної дисципліни, виконати та захистити індивідуальне завдання (розрахункову роботу). Написати дві модульні контрольні роботи. Відповідати на теоретичні питання на високому рівні в межах конспекту лекцій, рекомендованих підручників та додаткової літератури, вміти аналізувати надану інформацію та пропонувати нестандартні рішення, вміти їх обґрунтовувати.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикавання джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. 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

Біофізика та медична апаратура : навч. посіб. : гриф МОН України / В. Є. Доброва, 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>

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни: <http://k502.khai.edu>; <https://mentor.khai.edu/>

11. 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: МЕТУ, 2011. – 205 с.

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

12. 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