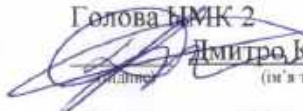


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра фізики (№ 505)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова БМК 2


Дмитро КРИЦЬКИЙ
(ім'я та прізвище)

«29» серпня 2025 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ
HAВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Біофізика та біомеханіка

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Мікро- та наносистемна техніка
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник: Чугай О.М., проф. к. № 505, д.т.н.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри фізики №505
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 25 » серпня 2025 р.

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



(підпис)

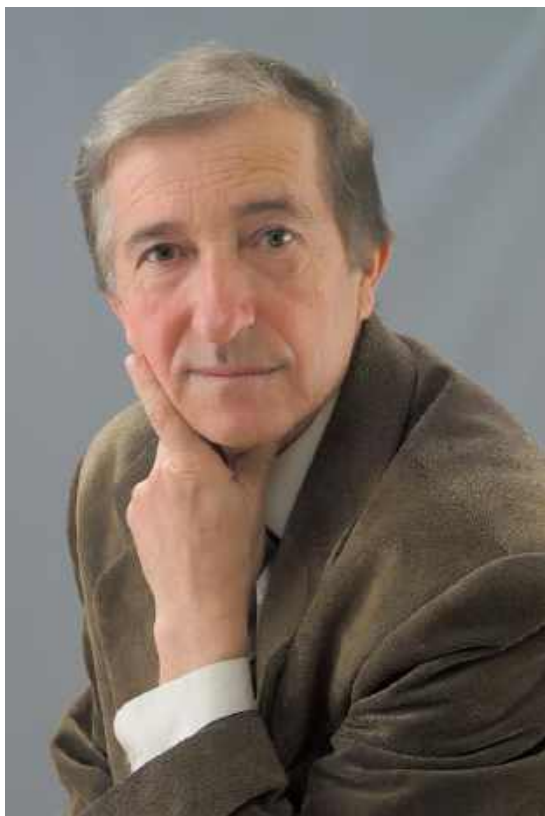
Олег ЧУГАЙ
(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

(підпис)

_____ (ініціали та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



Чугай Олег Миколайович,
професор кафедри фізики,
доктор технічних наук.

Викладає: «Спеціальні питання фізики
мікро- та наноструктур», «Біофізику та
біомеханіку» а також «Фізику».

Напрями наукових досліджень:
електронні процеси в неомогенних
кристалічних системах.

e-mail: oleg.chugai@khai.edu.

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	2
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	3 кредити ЄКТС / 90 годин (40 аудиторних, з яких: лекції – 24, практичні – 16; СРЗ – 50)
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні (семінарські) та самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит.
Пререквізити	«Фізика», «Вища математика».
Кореквізити	Немає
Постреквізити	Вимірювальні перетворювачі

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: 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.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

– уміння застосувати основні закони фізики при вивченні будови та функціонування біосистем на клітинному рівні, впливу на такі системи фізичних факторів, діагностиці систем з використанням сучасних методів досліджень.

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях;
- абстрактно мислити;
- вчитися і бути сучасно освіченим, усвідомлювати можливість навчання впродовж життя;
- здійснювати пошук, оброблення та аналіз інформації з різних джерел;
- генерувати нові ідеї (креативність);
- формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання процесів в біологічних системах.

Спеціальні компетентності (СК або ФК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- аналізувати фізичні процеси в біосистемах на клітинному рівні;
- використовувати базові знання та принципи будови біосистем в обсязі, необхідному для роботи в традиційних сферах застосування електронної техніки;
- використовувати базові знання експериментальних методів дослідження біосистем, включаючи обмеження на використання конкретних методів дослідження та взаємозв'язок одержаних результатів;
- застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки і синтезу інформації в області біофізики.

Програмні результати навчання (ПРН або РН):

- знання будови й принципів функціонування біофізичних систем на клітинному рівні, а також методів дослідження цих систем.

4. Зміст 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.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій; формування питань до викладача.

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.

Практична робота: «Кількісний аналіз пружних властивостей біологічних тканин. Властивості кісткової тканини та колагенових волокон».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій; формування питань до викладача.

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.

Практична робота: «Розгляд будови, руху та фізичних властивостей води та біологічних рідин. Структурована вода».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій; формування питань до викладача.

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.

Практична робота: «Застосування основних рівнянь руху для ідеальної та неідеальної рідини. Рух крові».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій; формування питань до викладача.

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 теплокровної істоти. Роль поверхневого натягу в функціонуванні біологічних систем. Вплив розчинених речовин на поверхневий натяг рідин.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій; формування питань до викладача.

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.

Практична робота: «Визначення параметрів коливальних рухів та хвильових процесів в біосистемах».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій; формування питань до викладача.

Модульний контроль.

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.

Практична робота: «Електричні характеристики біологічних мембран».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій; формування питань до викладача.

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.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій; формування питань до викладача.

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.

Практична робота: «Транспорт речовин крізь біологічні мембрани».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій; формування питань до викладача.

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.

Практична робота: «Активний транспорт речовин при функціонуванні клітини».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій; формування питань до викладача.

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.

Практична робота: «Визначення мембранного потенціалу спокою».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій; формування питань до викладача.

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.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій; формування питань до викладача.

Модульний контроль.

5. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

6. Методи навчання

Словесні, наочні, практичні.

7. Методи контролю

Поточний контроль (теоретичне опитування й розв'язання практичних завдань), модульний контроль (тестування за розділами курсу) та підсумковий (семестровий) контроль (екзамен).

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...2	6	0...12
Виконання і захист	0...5	4	0...20

практичних робіт			
Модульний контроль	0...18	1	0...18
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...2	6	0...12
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	4	0...18
Модульний контроль	0...22	1	0...22
Усього за семестр			0...100

Екзамен проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту.

Білет для екзамену складається з двох теоретичних і двох практичних завдань.

За кожне питання 25 балів (загальна сума – 100 балів).

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

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі домашні завдання з практичних занять. Вміти самостійно застосовувати основні закони фізики для вирішення найпростіших завдань.

Добре (75 - 89). Твердо знати весь теоретичний матеріал, наданий на лекціях, виконати усі завдання з практичних занять. Вміти пояснювати способи вирішення задач на практичних заняттях. Скласти модульний контроль протягом семестру не менше, ніж на 20 балів (сумарно).

Відмінно (90 - 100). Досконало знати теоретичний матеріал всіх тем (як основний, так і винесений на самостійну позааудиторну роботу). Виконати та захистити всі завдання практичних занять з оцінкою «відмінно». Виконати та захистити завдання на позааудиторну самостійну роботу. Скласти модульний контроль протягом семестру не менше, ніж на 30 балів (сумарно).

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

9. Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем.

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/ustanovchidokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. 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., Охрімовський 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. авиац. ин-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. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2005. –100с.

11. 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. Канашевич, 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.

12. Інтернет-ресурси

1. <https://youtu.be/BB5KhVQlX0M>
2. <https://youtu.be/AY-bnfGuPk> .
3. <https://youtu.be/CujYMLfk61s> .