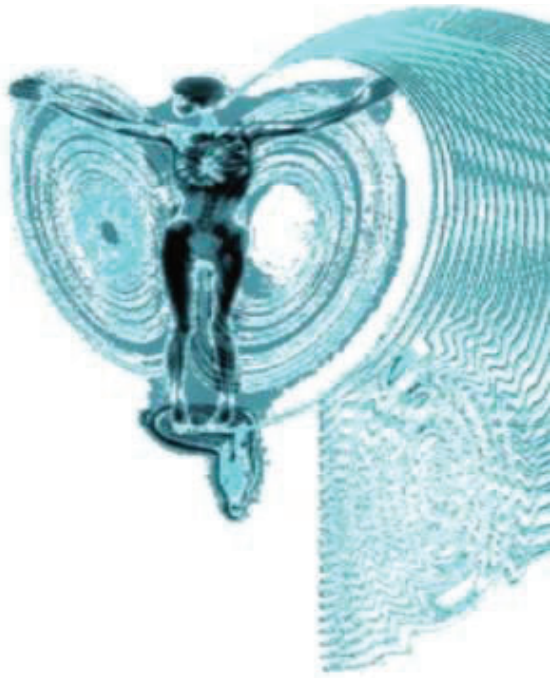
Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра біомедичної інженерії

БІОФІЗИКА



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	G - Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G22 - Біомедична інженерія
Освітня програма	Медична інженерія
Статус дисципліни	Нормативна
Форма здобуття вищої освіти	Очна (денна)/ змішана/ дистанційна
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів ЄКТС / 150 годин (лекції 36 год., практичні 36 год, самостійна робота 78 год)
Контроль/контрольні заходи	Екзамен, розрахунково-графічна робота (РГР), модульна контрольна робота (МКР)
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua
Мова викладання	Українська

Інформація про керівника курсу / викладачів

Лекції: д.б.н., проф. Орел В. Е., e-mail: valeriiorel@gmail.com
Практичні заняття: д.б.н., проф. Орел В. Е., e-mail: valeriiorel@gmail.com
Розміщення курсу: https://classroom.google.com/c/NTI4NDU4MzU0MTk4?cjc=mluahse

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Основною метою навчальної дисципліни «Біофізика» є формування у студентів здатності розв'язувати фундаментальні задачі й практичні проблеми фізичних та фізико-хімічних властивостей стосовно біології та медицини, застосовуючи базові теорії, фізичні, фізико-хімічні та фізико-математичні методи і комп`ютерні технології. Навчання з дисципліни «Біофізика» здійснюється на основі студентоцентрованого підходу та стратегії взаємодії викладача та студента з метою засвоєння студентами матеріалу та розвитку у них практичних навичок.

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Біофізика» є явища живої природи, які відбуваються на всіх рівнях її організації, починаючи від квантового та молекулярного рівня і закінчуючи біосферою у цілому; сучасні інформаційні технології, що використовуються при моделюванні медико-біологічних систем; біоелектромагнітні процеси, які виникають під час функціонування клітин та біологічних систем у цілому – тобто комплексу взаємопов'язаних систем на різних рівнях біологічної ієрархії, з яких формуються базові складові біомедичної інженерії для удосконалення результатів процесу інновації і системи сервісу клінічної інженерії та медичного приладобудування.

Відповідно до освітньо-професійних програм (ОПП) першого «бакалаврського» рівня вищої освіти після вивчення дисципліни студенти мають набути наступних **загальних компетентностей (ОП введено в дію Наказом ректора НОН/434/2024 від 10.06.2024 р.):**

ЗК 1 - Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК 5 - Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
ЗК 6 - Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Спеціальні (фахові) компетентності (ОП введено в дію Наказом ректора НОН/434/2024 від 10.06.2024 р.):

ФК 5 - Здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем.
ФК 9 - Здатність ідентифікувати, формулювати і вирішувати інженерні проблеми, пов'язані з взаємодією між живими і неживими системами.

Програмними результатами навчання після вивчення дисципліни «Біофізика» є (ОП введено в дію Наказом ректора НОН/434/2024 від 10.06.2024 р.):

ПРН 8 - Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та керування медичним обладнанням та медичною технікою.
ПРН 18 - Розуміння фундаментально-прикладних, медико-фізичних, фізико-хімічних закономірностей функціонування біологічних об'єктів, та біоінженерних основ технологій і обладнання для дослідження процесів організму людини.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна «Біофізика» має міждисциплінарний характер. Вона інтегрує відповідно до свого предмету знання з інших навчальних дисциплін: фізики, біохімії, математики тощо. За структурно-логічною схемою програми підготовки фахівця дисципліна «Біофізика» тісно пов'язана з іншими дисциплінами загальної та професійної підготовки: «Біомедична механіка», «Основи клінічної інженерії та радіології», «Біотермодинаміка та масоперенос». Їй

безпосередньо передує дисципліна «Фізика».

Отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення навчальної дисципліни «Біофізика» можна використовувати у подальшому під час опанування навчальних дисциплін:

- з циклу професійної підготовки (освітньо-професійна програма «Медична інженерія»):
«Біомедичні прилади, апарати і комплекси»;

- з вибіркових дисциплін (освітньо-професійна програма «Медична інженерія»):
«Лікувальна медична техніка», «Розробка та експлуатація фізіотерапевтичних медичних приладів», «Лікувально-діагностичні комплекси на основі біофотонних перетворювачів»,
«Проектування медичних інформаційних систем», а також при проходженні

- переддипломною практики та при дипломному проєктуванні.

3. Зміст навчальної дисципліни

Основні розділи та теми, що розглядатимуться в процесі вивчення курсу:

Розділ 1. Основні положення та методи біофізики. Молекулярна біофізика та

біофізика складних систем.

Тема 1.1. Предмет і методи біофізики

Тема 1.2.Термодинаміка біологічних процесів Тема

1.3. Молекулярна біофізика

Тема 1.4. Основи математичної біофізики

Тема 1.5. Біофізичні основи медичних нанотехнологій та нанопристроїв

Розділ 2. Біофізика організму людини.

Тема 2.1. Фізичні основи гемодинаміки Тема 2.2.

Біоакустика

Тема 2.3. Фотобіологічні процеси. Фізичні основи зору

Тема 2.4. Електромагнітні явища в живих системах. Біофізичні аспекти впливу електромагнітного опромінювання

Тема 2.5. Біомедична інженерія та рак

4. Навчальні матеріали та ресурси

Для підготовки до лекційних та практичних занять, модульної контрольної роботи, розрахунково-графічної роботи тощо використовується базова та додаткова література (надалі – література). Література, яку треба використовувати для опанування дисципліни, опрацьовується студентами самостійно із застосуванням інтернет-ресурсів, Google classroom. В умовах дистанційного навчання можна готуватись за допомогою розміщеної в е-вигляді літературою в Google classroom з навчальної дисципліни.

Базова література:

1. Сливко Е.І., Мельнікова О.З., Іванченко О.З., Біляк Н.С. Медична і біологічна фізика: «Медицина» - Запоріжжя, 2018.- 291 с.
2. В. Г. Кнігавко, О. В. Зайцева, М. А. Бондаренко. Основи біофізики та медична апаратур: навчальний посібник для студентів медичних університетів. – Харків : ХНМУ, 2019. – 177 с.
3. Посудін Ю.І. Біофізика: підручник. К.: Видавництво Ліра-К, 2017. – 472 с.
4. Терещенко М. Ф., Тимчик Г. С., Яковенко І. О.. Біофізика : підручник – Київ:

КПІ ім. І. Сікорського : Політехніка, 2019. – 444 с.
5. С.В. Погорєлов, Е.О. Ромоданова, Р.Р. Османов, В.О. Тіманюк. Медична та біологічна фізика: підруч. для студентів закл. вищ. освіти /. — Харків : НФаУ: Золоті сторінки, 2019. — 264 с.

Додаткова література (електроні ресурси):

6. Чалий О.В. Медична і біологічна фізика/ О.В. Чалий, Б.Т. Агапов, Я.В. Цехмістер [та ін.]. – Вінниця : Нова Книга, 2017. – 528 с.
7. Антонюк В.С., Бондаренко М.О. та ін. Біофізика і біомеханіка — К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 344 с.
8. Швець Є.Я., О.Ю. Небеснюк, З.А. Ніконова, А.О. Ніконова. Біофізика. Навч.посібн./ Запоріжжя.- Видавництво ЗДІА, 2008. – 306 с.
9. Суховій М.І., Шафраньош І.І. Навчально-методичний посібник "Молекулярна біофізика", Ужгород, УЖНУ 2022. – 54 с.
10. Методичні вказівки до роботи студентів з вивчення дисципліни «Основи біофізики та біомеханіки людини», Вінниця: ВНТУ, 2017.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Під час вивчення навчального матеріалу застосовуються наступні методи навчання:

Лекційні заняття проходять з використанням пояснювально-ілюстративного методу, методу проблемного викладу, інтерактивного методу під час лекційних занять, який використовується для встановлення діалогу з аудиторією.

Практичні заняття проходять з використанням:

1) Репродуктивного методу, завдяки якому студенти закріплюють вивчений теоретичний матеріал та навчаються використовувати його в конкретних задачах.

2) Частково-пошукового, або евристичного методу, який навчає пошуку вірних шляхів та методів розв’язування задач.

3) Інтерактивного методу, який використовується під час лабораторних занять для залучення студентів у процеси розв’язання задач та теоретичні факти, які для цього використовуються.

4) Презентація та обговорення отриманих результатів передбачає використання проблемного та інтерактивного методів навчання.

5) Математичного моделювання.

Нижче наведено план проведення занять.

№ з/п	Тема	Програмні результати навчання	Контрольний захід	Термін виконання
1	**Задачі і методи біофізики. Відповідність біологічних і фізичних понять.** Ч. 1. Предмет і задачі біофізики; фундаментально-прикладні, медико-фізичні та фізико-хімічні закономірності функціонування біологічних об'єктів. Ч. 2. Застосування фізичних, хімічних, біологічних та математичних методів в аналізі й моделюванні; ідентифікація інженерних проблем взаємодії між живими і неживими системами.	ПРН 18	Практична робота 1	1-ий тиждень
2	**Термодинаміка біологічних процесів.** Ч. 1. Перший і другий закони термодинаміки; ентальпія, ентропія, вільна енергія та рівновага в біологічних системах. Ч. 2. Аналіз і моделювання тепломасообміну у живих організмах; постановка та розв'язання інженерних задач біоенергетики.	ПРН 18	Практична робота 2	2-ий тиждень
3	**Методи дослідження структури біополімерів.** Ч. 1. Фізичні та хімічні методи аналізу структури біополімерів: трансмісійна та скануюча електронна, атомно-силова мікроскопія. Ч. 2. Теоретичні та практичні підходи до створення, калібрування і керування лабораторно-медичною технікою для дослідження біополімерів; біоінженерні вимоги до детекторів і сенсорів.	ПРН 8	Практична робота 3	3-ий тиждень
4	**Взаємодія неіонізуючих електромагнітних полів з організмом.** Ч. 1. Біофізичні механізми взаємодії ЕМП з тканинами. Ч. 2. Аналіз і моделювання розподілу питомого коефіцієнту поглинання електромагнітної енергії у біологічних об'єктах.	ПРН 8 ПРН18	Практична робота 4	4-ий тиждень
5	**Молекулярна біофізика. Фізика макромолекул. Фізика білка. Фізика ДНК.** Ч. 1. Конформаційні переходи та міжмолекулярні взаємодії у функціонуванні біологічних об'єктів. Ч. 2. Аналіз і моделювання стабільності та функцій білків і ДНК.	ПРН 18	Практична робота 5	5-ий тиждень
6	**Фотобіологічні процеси.** Ч. 1. Поглинання світла біомолекулами. Фотохімічні та фотобіологічні реакції. Люмінесценція: флуоресценція і фосфоресценція. Ч. 2. Оптичні методи й медична техніка (фотометрія, пульсоксиметрія, лазерні/фотодинамічні технології).	ПРН 8 ПРН 18	Практична робота 6	6-ий тиждень
7	**Фізика ферментів.** Ч. 1. Основи ферментативного каталізу: кінетика (Міхаеліса–Ментен), енергетичний бар'єр, фактори, що визначають каталітичну активність. Ч. 2. Аналіз і моделювання ферментних систем у живих організмах; біоінженерне застосування (біосенсори, біореактори).	ПРН 18	Практична робота 7	7-ий тиждень
8	**Модульна контрольна робота.** Ч. 1. Перевірка засвоєння медико-фізичних і фізико-хімічних закономірностей. Ч. 2. Розв'язання задач для вирішення біоінженерних проблем взаємодії між живими і неживими системами (ФК 5, ФК 9).	ПРН 8 ПРН 18	Написання МКР	7-ий тиждень
9	**Біоакустика. Фізика слуху.** Ч. 1. Фізичні характеристики звуку, поширення хвиль у середовищах, акустичний імпеданс; біомеханіка органа слуху. Ч. 2. Аналіз і моделювання акустичних процесів у тканинах; біоінженерні задачі взаємодії у діагностичній техніці (аудіометрія, ультрасонографія).	ПРН 18	Практична робота 8	8-ий тиждень

10	**Розрахунково-графічна робота.** Ч. 1. Розрахунок і моделювання вибраних біофізичних процесів/параметрів із застосуванням фізичних, хімічних, біологічних та математичних методів. Ч. 2. Формулювання біоінженерної задачі та представлення результатів (графіки, таблиці, висновки).	ПРН 8 ПРН 18	Оформлення та надсилання РГР	8-ий тиждень
11	**Біоенергетика.** Ч. 1. Енергетичний обмін у клітині: окисне фосфорилювання, транспорт електронів у дихальному ланцюгу; фізико-хімічні закономірності перетворення енергії. Ч. 2. Аналіз і моделювання енергетичних процесів у живих організмах.	ПРН 18	Практична робота 10	9-ий тиждень
12	**Нанотехнології та нанороботи.** Ч. 1. Наноматеріали і наночастинки: фізичні та хімічні методи синтезу й характеризації; взаємодія з біологічними об'єктами. Ч. 2. Теоретичні та практичні підходи до створення та керування біомедичними нанопристроями/нанороботами ; ідентифікація та вирішення біоінженерних проблем діагностики та лікування злоякісних новоутворень.	ПРН 8	Практична робота 11	10-ий тиждень
13	**Фізика мембран.** Ч. 1. Структура біомембран; дифузія, осмос, активний/пасивний транспорт. Ч. 2. Аналіз і моделювання електрохімічних і механохімічних процесів у мембранах.	ПРН 18	Практична робота 12	11-ий тиждень
14	**Фізика м'язового скорочення і механохімічні процеси.** Ч. 1. Біомеханіка скорочення: актин-міозинова взаємодія, перетворення хімічної енергії на механічну, в'язко-пружні властивості тканин. Ч. 2. Моделювання механохімічних процесів для розв'язання біоінженерних задач.	ПРН 18	Практична робота 13	12-ий тиждень
15	**Вільні радикали.** Ч. 1. Утворення реактивних форм кисню/азоту, ланцюгові реакції окиснення; фізико-хімічні закономірності окисного стресу. Ч. 2. Методи аналізу та моделювання процесів вільнорадикального окиснення у живих організмах; біоінженерні аспекти впливу зовнішніх чинників.	ПРН 18	Практична робота 14	13-ий тиждень
16	**Біомедична інженерія та рак.** Ч. 1. Біофізичні механізми карциногенезу. Ч. 2. Теоретичні та практичні підходи до створення та керування медичним обладнанням в онкологічній практиці (візуалізація, терапія); ідентифікація та вирішення біомедичних проблем керованої взаємодії наноматеріалів з тканинами організму людини.	ПРН 8	Практична робота 15	14-ий тиждень
17	**Гемодинаміка.** Ч. 1. Основи гідродинаміки кровообігу: ламінарна/турбулентна течія, в'язкість, закон Пуазейля, комплаєнс судин. Ч. 2. Аналіз і моделювання гемодинамічних параметрів, методи вимірювання (доплерографія).	ПРН 18	Практична робота 16	15-ий тиждень

Платформа дистанційного навчання:

Для кращого засвоєння матеріалу навчальної дисципліни в період дистанційної роботи, використовується електронна пошта, платформа дистанційного навчання «Сікорський» на основі системи Google Classroom та платформа для проведення онлайн-зустрічей Google Meet та ZOOM, за допомогою яких:

- спрощується розміщення методичних рекомендацій, навчальних матеріалів, літератури тощо;
- здійснюється зворотній зв'язок зі студентами щодо навчальних завдань та змісту навчальної дисципліни;
- перевіряються і оцінюються виконані завдання;
- ведеться облік виконання студентами плану навчальної дисципліни, дотримання графіку подання навчальних/індивідуальних завдань та їх оцінювання

6. Самостійна робота студента

Види самостійної роботи *(підготовка до аудиторних занять, проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, розв'язок задач, написання реферату, виконання розрахункової роботи, виконання домашньої контрольної роботи тощо):*

№ з/п	Види робіт, що виносяться на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Повторення лекційного матеріалу та вивчення питань, що винесені на самостійну роботу	22
2	Підготовка до практичних занять	18
3	Підготовка до модульної контрольної роботи	4
4	Виконання розрахунково-графічної роботи	4
5	Підготовка до екзамену	30
	Всього	78

Розподіл годин самостійної роботи студентів за темами навчального контенту

№ з/п	Назви тем і питань, що виноситься на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу	Кількість годин СРС
1	**Нерівноважні термодинамічні підходи в біоенергетиці та обміні речовин:** окисно-відновні перетворення як джерело вільної енергії; спрямованість процесів та рівновага; оцінка ефективності енергетичних перетворень у клітині [1,3,4,6,7,9].	3
2	**Транспорт електронейтральних і заряджених частинок крізь біомембрани:** закони Фіка та дифузійний потік; електродифузія (рівняння Нернста–Планка); потенціал Нернста; передумови формування мембранного потенціалу; рівняння Гольдмана; RC-еквівалентні моделі мембрани. [1,3,6,9]	3
3	**Реєстрація біопотенціалів:** джерела біоелектричних потенціалів; диференційне вимірювання та роль електродів; біоімпеданс і його частотна залежність; шумові складові та артефакти [1-4,10].	3
4	**Акустичні методи у біомедичній діагностиці та аналіз ультразвукових сигналів:** коефіцієнти відбиття/залучення/поглинання; доплерівські вимірювання (фізичний зміст, похибки); спектральний та часово-частотний аналіз сигналів; відношення сигнал/шум [1-6,8].	3
5	**Реологічні моделі біорідин та елементи гідродинамічного розрахунку кровотоку:** число Рейнольдса; закон Пуазейля та гідравлічний опір; неньютонівські моделі в'язкості (якісно); пульсативний потік (критерій Вомерслі); базові підходи до математичного моделювання гемодинаміки [1,3,4,8].	3
6	**Оптичні явища в біотканинах і спектроскопічні методи:** поглинання, розсіяння, люмінесценція: закон Бугера–Ламберта–Бера; коефіцієнти поглинання і розсіяння та їх вплив на вимірювання; флуоресценція (квантовий вихід, гасіння) [1-6,8].	3
7	**Взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною та основи дозиметрії:** дозові величини і принципи захисту [1,2,5,6].	4
	Разом	**22**

Одним з основних видів семестрового контролю під час опанування навчальної дисципліни «Біофізика» є виконання РГР. РГР виконується згідно з вимогами, у термін, зазначений викладачем.

Основна ціль РГР – вирішення практичної задачі з використанням засвоєного на лекціях та самостійно теоретичного матеріалу, та практичних навичок, отриманих на практичних заняттях. Студент може писати розрахунково-графічну роботу тільки на погоджену з викладачем тему.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

7.1 Заохочувальні бали

Заохочувальні бали		Порушення термінів дедлайну*	
Критерій	**Ваговий бал**	**Критерій**	***% зниження оцінки***
Вдосконалення практичних робіт	1 бал (за кожну практичну роботу)	Несвоєчасне виконання та здача МКР	Від -10% до -20% за завдання (залежить від терміну здачі)
Проходження дистанційних курсів за темами, які узгоджені з викладачами	5 балів	Несвоєчасне виконання та здача РГР	Від -10% до -20% за завдання (залежить від терміну здачі)
Оформлення наукової роботи для участі у конкурсі студентських наукових робіт	10 балів	Несвоєчасне виконання тестів	Від -10% до -20% за завдання (залежить від терміну виконання)
Написання тез, статті, участь у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах або конкурсах за тематикою навчальної дисципліни	5 балів	Несвоєчасне виконання рефератів	Від -10% до -20% за завдання (залежить від терміну здачі)

* якщо контрольний захід був пропущений з поважної причини (хвороба, яка підтверджена довідкою встановленого зразку) – порушення термінів дедлайну не застосовується.

Однак, згідно положення https://osvita.kpi.ua/node/37 п.2.7, сума заохочувальних/ штрафних балів не може перевищувати 10% рейтингової шкали.

7.2 Правила відвідування занять

Відвідування лекційних занять не є обов'язковим. Відвідування практичних занять є бажаним, оскільки на них відбувається написання експрес-контрольних робіт / тестових завдань, а також відбувається захист практичних робіт.

Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

7.3. Правила виконання індивідуального завдання

Основна ціль РГР – вирішення практичної задачі з використанням засвоєного на лекціях та самостійно теоретичного матеріалу, та практичних навичок, отриманих на практичних роботах. Студент може писати РГР тільки на погоджену з викладачем тему.

Орієнтовна тематика розрахунково-графічної роботи:

№ з/п	Тема
1	Проаналізувати побічні медико-біологічні ефекти дії неіонізуючого електромагнітного поля.
2	Розрахувати параметри та величини неіонізуючого електромагнітного поля, які можуть викликати побічні медико-біологічні ефекти.
3	Проаналізувати побічні медико-біологічні ефекти дії іонізуючого випромінювання.
4	Навести параметри та величини іонізуючого опромінення, які можуть викликати побічні медико-біологічні ефекти.
5	Проаналізувати побічні медико-біологічні ефекти дії акустичних хвиль.
6	Розрахувати параметри та величини акустичних хвиль, які викликають побічні медико-біологічні ефекти.
7	Проаналізувати побічні медико-біологічні ефекти дії механічного вібраційного впливу.
8	Розрахувати параметри й величини для механічного вібраційного впливу, які можуть викликати побічні медико-біологічні ефекти.

* Студент може виконати і іншу тему розрахунково-графічної роботи за власним бажанням, узгодив її з викладачем.

Титульний аркуш розрахунково-графічної роботи повинен мати такий зміст: назва університету; назва факультету; назва кафедри; назва спеціальності, назва освітньо- професійної програми, назва навчальної дисципліни; тема розрахунково-графічної роботи; прізвище та ім'я студента, курс, номер академічної групи, рік.

За титульним аркушем слідує детальний план (зміст) розрахунково-графічної роботи, в якому треба виділити вступ, розділи основного змісту (основні теми, що вивчалися), їх підрозділи (за потребою), висновок, список використаних джерел. У змісті праворуч позначаються номери сторінок початку кожного питання. Кожен розділ починається з нової сторінки.

Загальний обсяг розрахунково-графічної роботи в залежності від обраної теми може варіюватися від 15 до 25 сторінок основного тексту (за узгодженням з викладачем). Обсяг розрахунково-графічної роботи визначається вмінням студента стисло і водночас вичерпно пояснити та проаналізувати отримані дані в пакеті IBM SPSS Statistics.

Обов'язкова вимога: чітке посилання на джерела інформації. Всі цифри, факти, думки вчених, цитати, формули повинні мати посилання у вигляді [2, с. 54] (перша цифра означає номер джерела у наведеному в кінці творчої роботи списку літератури, а друга цифра – номер сторінки у цьому джерелі). Бажано використовувати таблиці, схеми, графіки, діаграми тощо. Список використаних джерел (не менше 10 джерел) оформляється згідно з діючими правилами. Якщо інформація взята з мережі Інтернет, потрібно, як і для звичайної літератури, вказати автора, назву статті, а потім навести адресу сайту в Інтернет.

Розрахунково-графічна робота оцінюється за критеріями: логічності плану; повноти й глибини розкриття теми; достовірності отриманих даних; відображення практичних матеріалів та результатів розрахунків; правильності формулювання заключень отриманих результатів та висновків; оформлення; обґрунтування власної думки студента з цього питання у вигляді висновку.

Граничний термін подання розрахунково-графічної роботи на перевірку: 11-й тиждень навчання.

Розрахунково-графічна робота не перевіряється на плагіат, але повинна відповідати вимогам академічної доброчесності. У разі виявлення академічної не доброчесності, робота анулюється і не перевіряється.

7.4. Політика крайніх термінів та перескладань

Пропущені контрольні заходи (захист практичних робіт) обов'язково відпрацьовуються на наступних заняттях за умови виконання завдання, яке заплановано на поточному занятті, або на консультаціях.

Пропущення написання модульної контрольної роботи та експрес-контрольних не відпрацьовуються.

Розрахунково-графічна робота, яка подається на перевірку з порушенням терміну виконання оцінюється зі зменшенням кількості вагових балів.

7.5. Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студент має право оскаржити результати контрольного заходу згідно затвердженого положення Про апеляції в КПІ імені Ігоря Сікорського (затверджено наказом №НОН/128/2021 від 20.05.2021 р.) - https://osvita.kpi.ua/index.php/node/182

7.6. Дистанційне навчання

Дистанційне навчання відбувається через Платформу дистанційного навчання «Сікорський».

Дистанційне навчання через проходження додаткових он-лайн курсів за певною тематикою допускається за умови погодження зі студентами. У разі, якщо невелика кількість студентів має бажання пройти

он-лайн курс за певною тематикою, вивчення матеріалу за допомогою таких курсів допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, які передбачені у навчальній дисципліні.

Список курсів пропонується викладачем після виявлення бажання студентами (оскільки банк доступних курсів поновлюється майже щомісяця).

Студент надає документ, що підтверджує проходження дистанційного курсу (у разі проходження повного курсу) або надає виконані лабораторні завдання з дистанційного курсу та за умови проходження усної співбесіди з викладачем за пройденими темами може отримати оцінки за контрольні заходи, які передбачені за вивченими темами.

7.7. Навчання іноземною мовою

Навчання англійською мовою здійснюється лише для студентів-іноземців.

За бажанням студентів, допускається вивчення матеріалу за допомогою англомовних онлайн-курсів за тематикою, яка відповідає тематиці конкретних занять.

7.8. Політика університету

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: https://kpi.ua/code.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: https://kpi.ua/code.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Експрес-опитування / конспектування реферат	20	4	5	20
2.	Тести	10	5	2	10
3.	Модульна контрольна робота	15	15	1	15
4.	Розрахунково-графічна робота	15	15	1	15
5.	Екзамен	40	40	1	40
	Всього				100

Для того, щоб отримати найвищий рейтинг, студенту потрібно: своєчасно виконувати, оформлювати РГР; своєчасно виконувати МКР та експрес-контролі / тестові завдання.

Студент може оскаржити оцінку викладача, подавши відповідну скаргу викладачу не пізніше наступного дня після ознайомлення студента з виставленою оцінкою. Скарга розглядатиметься за процедурами, встановленими університетом.

Умови допуску до семестрового контролю: наявність не менше 40 балів та виконання МКР і РГР.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно

64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік запитань для підготовки до модульної контрольної роботи, а також для підготовки до екзамену наведено у Додатку 1.

Дистанційне навчання через проходження додаткових он-лайн курсів за певною тематикою допускається за умови погодження зі студентами. У разі, якщо невелика кількість студентів має бажання пройти он-лайн курс за певною тематикою, вивчення матеріалу за допомогою таких курсів допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, які передбачені у навчальній дисципліні.

Список курсів пропонується викладачем після виявлення бажання студентами (оскільки банк доступних курсів поновлюється майже щомісяця).

Студент надає документ, що підтверджує проходження дистанційного курсу (у разі проходження повного курсу) або надає виконані практичні завдання з дистанційного курсу та за умови проходження усної співбесіди з викладачем за пройденими темами може отримати оцінки за контрольні заходи, які передбачені за вивченими темами (експрес-контрольні / тестові завдання, практичні роботи).

Інклюзивне навчання допускається.

Додаток 1 до силабусу з дисципліни «Біофізика»

Перелік запитань для підготовки до модульної контрольної роботи, а також для підготовки до екзамену

1. Визначити місце медичної біофізики в природознавстві.
2. Проаналізувати основні розділи біофізики.
3. Обґрунтувати відповідність біологічних та фізичних понять.
4. Навести основні методи дослідження біофізики.
5. Пояснити у чому полягає рентгеноструктурний аналіз біополімерів.
6. Пояснити у чому полягає електронний парамагнітний резонанс біополімерів.
7. Модель Лотки-Вольтерри або рівняння хижак-жертва.
8. Прояви самоподібності біологічних об’єктів. Особливості квазіфрактальних форм у живих організмах.
9. Обчислення фрактальної розмірності.
10. Поняття детермінованого хаосу. Основні властивості динамічного хаосу медико- біологічних систем.

11. Застосування методів нелінійної динаміки для оцінки біофізичних процесів.
12. Застосування двохвибіркового t-критерію Стьюдента для перевірки схожості або відмінності незалежних вибірок.
13. Застосування U-критерію Манна-Уітні для оцінки різниці між двома вибірками.
14. Термодинаміка медико-біологічних процесів – предмет і термінологія.
15. Навести перший закон термодинаміки.
16. Проаналізувати ефекти перетворення енергії в організмі.
17. Навести Закон Гесса. Що таке термодинамічний потенціал?
18. Навести другий закон термодинаміки.
19. Обґрунтувати статистичний характер ентропії.
20. Проаналізувати конструкцію та принцип роботи дихального калориметра.
21. Що таке дисипативні структури? Теорема Пригожина. Зміни ентропії в процесі життя.
22. Тепловий баланс організму, способи теплообміну.
23. Навести типи зв`язків і взаємодії в біологічно важливих молекулах.
24. Пояснити особливості структури білка.
25. Проаналізувати просторову організацію білків.
26. Дати оцінку кільцевої замкнутої форми ДНК.
27. Обґрунтувати принцип роботи та схему нанодвигуна.
28. Навести склад біологічних мембран.
29. Біологічні функції мембран.
30. Навести структуру мембран.
31. Проаналізувати пружні властивості мембран.
32. Проаналізувати фазові переходи в ліпідному бішарі біомембран.
33. Роз`яснити флексоелектричні ефекти в мембранах. Патологія біомембран.
34. Проаналізувати вільнорадикальні реакції одновалентного шляху відновлення кисню.
35. Проаналізувати вільнорадикальне перекисне окислення ліпідів.
36. Біологічна дозиметрія.
37. Обґрунтувати фізичні ефекти фермент-субстрактної взаємодії.
38. Обґрунтувати моделі ферментативного каталізу.
39. Дати оцінку електронно-конформаційним взаємодіям.
40. Проаналізувати ефекти окисного фосфорилювання.
41. Обґрунтувати хімічну концепцію окисного фосфорилювання
42. Хеміосмотичне сполучення дихального ланцюга.
43. Обґрунтувати конформаційну теорію окисного фосфорилювання.
44. Навести та обґрунтувати електричні та магнітні властивості тканин організму.
45. Проаналізувати властивості електромагнітного поля радіохвиль. Загальне уявлення.
46. Обґрунтувати нетеплові ефекти електромагнітних полів радіохвиль.
47. Навести магнітні принципи керування хімічними реакціями.
48. Обґрунтувати теплові ефекти електромагнітних полів радіохвиль
49. Біопотенціал спокою клітини. Які співвідношення відносних проникностей різних іонів для клітини у спокої?
50. Біопотенціал дії. Характеристики біопотенціалу дії.

51. Будова і функція потенціал-залежного натрієвого каналу.
52. Особливості генерації і розповсюдження рецепторного потенціалу фоторецепторної клітини (на прикладі палички).
53. Проаналізувати фотобіологічні процеси. Загальне уявлення.
54. Проаналізувати закономірності поглинання світла біосистемами.
55. Проаналізувати внутрішньомолекулярні процеси обміну енергії.
56. Сформулювати визначення явища люмінесценції.
57. Обґрунтувати міжмолекулярне перенесення енергії у фотобіологічних процесах.
58. Пояснити біофізичні основи зору.
59. Пояснити особливості кольорового зору.
60. Роз`яснити основи фізики слуху.
61. Проаналізувати слуховий апарат людини.
62. Шум і його значення в медицині.
63. Голосовий апарат людини.
64. Навести структуру м'яза.
65. Обгрунтувати механічні властивості м'яза.
66. Проаналізувати механохімічні процеси.
67. Обґрунтувати теорію м'язового скорочення.
68. Проаналізувати фізичні закономірності руху крові у крупних та дрібних судинах.
69. Обґрунтувати поняття «серце як насос».
70. Пояснити особливості гемодинаміки у патологічних процесах.

Додаток 2 до силабусу з дисципліни «Біофізика»

Програмні результати навчання (розширена форма)

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Біофізика» студенти зможуть:

Результати навчання		Відповідність результатів навчання до компетентностей в освітньо-професійній програмі	
		Загальні компетентності (**soft skills**)	Спеціальні компетентності (**фахові**)
ПРН 8	Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та керування медичним обладнанням та медичною технікою.	*Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.*	*Здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем.*
ПРН 18	Розуміння фундаментально-прикладних, медико-фізичних, фізико-хімічних закономірностей функціонування біологічних об'єктів, та біоінженерних основ технологій і обладнання для дослідження процесів організму людини.	*Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.* *Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.*	*Здатність ідентифікувати, формулювати і вирішувати інженерні проблеми, пов'язані з взаємодією між живими і неживими системами.*

Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни

Основними методами є бесіда, самостійна робота та робота в групах, наочні методи навчання, практичне виконання вправ. Для активізації пізнавальної діяльності використовуються методи проблемного навчання, завдання-пастки, дискусії, ігрові та інтерактивні методи, метод проєктів та інші. Актуальними є індивідуальні, парні та групові форми навчання, а також ігрові форми проведення занять.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):
Складено Орел В. Е.;
Ухвалено кафедрою БМІ (протокол № 14 від 25.06.2026)
Погоджено методичною комісією факультету/ННІ (протокол № 10 від 25.06.2026)