

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ТВЕРДОТІЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ
ТА ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ**



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан фізичного факультету

В.Ю. Лазур /Лазур В.Ю./

«28» червня 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА (СИЛАБУС) НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«БІОФІЗИКА СКЛАДНИХ СИСТЕМ»**

Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	163 Біомедична інженерія
Освітня програма	Біомедична інженерія
Статус дисципліни	Обов'язкова
Мова навчання	українська

Робоча програма навчальної дисципліни «**Біофізика складних систем**» для здобувачів вищої освіти галузі знань **16 Хімічна та біоінженерія** спеціальності **163 Біомедична інженерія** освітньої програми **Біомедична інженерія**.

Розробник: Суховія М.І., кандидат біологічних наук, доцент кафедри твердотільної електроніки та інформаційної безпеки фізичного факультету УжНУ.

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри твердотільної електроніки та інформаційної безпеки, протокол №10 від «23» червня 2023 р.

Завідувач кафедри  проф. Різак В.М.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету, протокол №10 від «28» червня 2023 р.

Голова науково-методичної комісії  Карбованець М.І.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом
	Денна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 4	Рік підготовки
Загальна кількість годин – 120	2-й
Кількість модулів – 2	Семестр
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних- 4 самостійної роботи студента - 4	4-й
	Лекції
	34
	Семінарські
	26
Вид підсумкового контролю: екзамен	
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота
	60

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «**Біофізика складних систем**» є отримання студентами ґрунтовних знань про загальні фізичні та біофізичні закономірності, які лежать в основі життєдіяльності, про біофізичні механізми впливу факторів довкілля на біосистеми різних рівнів організації, про перспективність використання фізичних та біофізичних методик у біомедичній інженерії.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у студентів таких компетентностей.

інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у біомедичній інженерії або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів хімічної, біологічної та медичної інженерії, і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

загальні компетентності:

ЗК1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК2 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК4 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК6 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК7 Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК9 Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК10 Навики здійснення безпечної діяльності.

фахові компетентності:

ФК3 Здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти аналізу, моделювання, проектування та оптимізації медичних приладів і систем.

ФК5 Здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем.

ФК8 Здатність проводити дослідження та спостереження щодо взаємодії біологічних, природних та штучних систем (протези, штучні органи та ін.).

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «**Біофізика складних систем**» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

Механіка, молекулярна фізика і термодинаміка; Електрика і магнетизм, оптика; Квантова фізика; Вища математика, Загальна хімія, Молекулярна біофізика; Анатомія, фізіологія та патологія людини.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми **Біомедична інженерія**, вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення студентами програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики біоінженерії, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів, властивості газів і рідин, електроніки, інформатики отримання та аналізу сигналів і зображень, автоматичного управління системного аналізу та методів прийняття рішень на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.	ПРН1
Формулювати логічні висновки та обґрунтовані рекомендації щодо оцінки, експлуатації та впровадженні біотехнічних, медико-технічних та біоінженерних засобів і методів.	ПРН2
Вміти спілкуватися з професіоналами в області охорони здоров'я державною та іноземною (англійською або однією з інших офіційних мов ЄС) мовами та розуміти їхні вимоги до біомедичних продуктів послуг.	ПРН6
Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та застосування штучних біологічних і біотехнічних об'єктів та матеріалів медичного призначення.	ПРН9
Застосовувати знання з хімії та біоінженерії для створення, синтезу та застосування штучних біотехнічних та біологічних об'єктів.	ПРН18

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни **«Біофізика складних систем»**

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Вміти застосувати знання з навчальної дисципліни “Біофізика складних систем” тематики для прийняття рішень на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.	ПРН1
Використовувати знання з “Біофізики складних систем” при формулюванні логічних висновків та обґрунтовані рекомендації щодо оцінки, експлуатації та впровадженні біотехнічних, медико-технічних та біоінженерних засобів і методів.	ПРН2
Вміти спілкуватися з професіоналами в області охорони здоров'я державною та іноземною (англійською або однією з інших офіційних	ПРН6

мов ЄС) мовами на проблеми “Біофізика складних систем” та розуміти їхні вимоги до біомедичних продуктів і послуг.	
На базі отриманих знань з “Біофізики складних систем” розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та застосування штучних біологічних і біотехнічних об’єктів та матеріалів медичного призначення.	ПРН9
Вміти застосовувати знання з “Біофізики складних систем” для створення, синтезу та застосування штучних біотехнічних та біологічних об’єктів.	ПРН18

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- стандартизовані тести;
- поточне опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- реферати;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- ректорська контрольна робота;
- залік.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю:

- індивідуальне та групове опитування;
- контрольна робота;
- розрахункові завдання;
- тести;
- підготовка реферату;
- захист виконаних завдань.

Форма модульного контролю:

Модульний контроль здійснюється в формі виконання студентом модульного контрольного завдання (контрольної роботи, тесту, колоквіуму тощо) згідно затвердженого кафедрою графіку.

Форма підсумкового семестрового контролю: залік.

Розподіл балів, які отримують студенти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота									Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	...	...	...	60	100
5	10	5	5	10	5					

Розподіл балів, які отримують студенти (модуль II) T1, T2 ... – теми

Поточне оцінювання та самостійна робота									Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5		...	...	...	60	100
5	5	10	10	10						

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувана вищої освіти	Кількість	Модуль 1	Модуль 2	
		Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні (семінарські) заняття	6	30	8	30
Презентація	1	5	1	5
Реферат	1	5	1	5
Модульна контрольна робота	1	60	1	60
Разом		100		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Виконання модульних контрольних робіт здійснюється в письмовій (або електронній) формі. Модульний контроль знань студентів здійснюється після завершення вивчення навчального матеріалу змістового модуля.

Виконання практичного завдання передбачає перевірку рівня оволодіння студентом теоретичними знаннями та практичними навичками стосовно якісного і кількісного аналізу електромагнітних процесів у різних середовищах.

При оцінюванні знань враховується в першу чергу повнота, правильність і вичерпність відповідей на поставлені в модульних контрольних роботах запитання. Оцінка виставляється за 100-бальною шкалою та національною 5-бальною шкалою. Відомість результатів оформлюється за системою ECTS.

Оцінка «відмінно» виставляється, якщо під час проведення контролю було виявлено:

1. Наявність у студента всебічних, повних, глибоких інтегрованих знань програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання запропонованого варіанту.
2. Вміння студента в письмовій та усній формі чітко, вичерпно і правильно викласти відповіді на питання запропонованого варіанту.

3. Глибоке розуміння студентом взаємозв'язку головних понять і положень предмета, розуміння значення цих положень і понять для майбутньої професії.
4. Високий рівень підготовленості студента з питань курсу до подальшої роботи над вдосконаленням рівня своєї професійної кваліфікації.

У відповідях студентів не має бути значних помилок. Відмінно виконана робота демонструє наявність у студента творчих здібностей.

Оцінка «добре» виставляється, коли студент письмово відповів на всі запитання, засвоїв всю навчальну програму курсу. У відповідях, які оцінені на «добре», можлива не більш як одна незначна помилка або виявлено декілька неточностей. Студент спроможний з допомогою літератури ліквідувати всі недоліки у відповідях.

Оцінка «задовільно» виставляється, коли студент дав відповіді на питання всіх завдань, але при цьому можуть проявитися певні прогалини у засвоєнні програми курсу. У відповідях, які оцінені на «задовільно», можуть зустрітися не більше як одна груба помилка або декілька значних та істотних неточностей.

Оцінка «незадовільно» виставляється за роботу, яка засвідчує про наявність у студента великих та суттєвих прогалин у знаннях основного матеріалу курсу, а у наявних його письмових відповідях є як принципові, так і грубі помилки. Студенти, які не представили письмові відповіді на модульних контрольних роботах, вважаються такими, що одержали оцінку «незадовільно».

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни **«Біофізика складних систем»** здійснюється у формі екзамену. Екзамен проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати екзамену оцінюються за чотирибальною шкалою: „відмінно”, „добре”, „задовільно”, „незадовільно”.

Оцінка „відмінно” (А; 90-100) виставляється в тому разі, коли здобувач бездоганно оволодів всіма розділами програми, дав глибокі, чіткі і вичерпні відповіді на всі основні і додаткові запитання, виявив розуміння фізичної суті програмового матеріалу, вільне володіння фактичним матеріалом та відповідним математичним апаратом, вміння грамотно обробляти результати експериментальних вимірювань з метою отримання заданої точності отриманих даних, кваліфіковано використовувати набуті знання для розв'язання конкретних практичних задач.

Оцінка „добре” (В, С; 74-89) виставляється тоді, коли здобувач виявив повне знання і розуміння програмового матеріалу, добре оволодів математичним апаратом курсу, може використовувати набуті знання в практичній діяльності, дав вичерпні відповіді на всі запитання, але під час відповіді допускав окремі нечіткі формулювання і незначні неточності.

Оцінка „задовільно” (D, E; 60-73) виставляється в тому разі, коли здобувач, в основному, знає і розуміє фактичний матеріал курсу, дав, в основному, правильні відповіді на запитання, виявив уміння розібратися в усьому матеріалі курсу, вміння використовувати відповідний математичний апарат, але не може ґрунтовно пояснити окремі положення пройденого курсу, допускає неточності при

використанні математичного апарату, недостатньо вміє застосовувати набуті знання для розв'язання конкретних практичних задач. Оцінка „незадовільно” (FX, F; 1-59) виставляється тоді, коли здобувач не оволодів матеріалом даного курсу, виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, коли він під час відповіді на запитання виявив нерозуміння фізичної сутності основних понять та термінів навчальної дисципліни, допускає плутанину, слабо володіє математичним апаратом, не може застосовувати набуті знання для розв'язування конкретних практичних задач, тобто виявив відсутність мінімально необхідної кількості знань з даного курсу.

За бажанням здобувача результуюча підсумкова оцінка може бути визначена як інтегрована оцінка засвоєння всіх тем дисципліни і кількісно дорівнює середньому арифметичному балів, отриманих за кожний модуль.

Таблиця відповідності оцінок за різними шкалами

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		диференційована	недиференційована
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D		
60-63	E	задовільно	
35-59	Fx	незадовільно з можливістю повторного складання	незараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	незараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Студент, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незараховано» (1-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни (під час додаткового семестру) і скласти залік.

Результати підсумкового контролю знань заносяться до залікової книжки та екзаменаційної відомості..

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

1. Вступ до курсу “Біофізика складних систем”.
Предмет, завдання і розділи дисципліни. Взаємозв’язок становлення і розвитку природничих наук. Історія біофізики.
2. Термодинаміка біологічних систем.
Живий організм як відкрита термодинамічна система. Особливості виконання законів термодинаміки в біопроцесах. Зв’язок ентропії та інформації в біосистемах.
3. Лінійні процеси у живих клітинах.
Явища переносу маси, енергії, імпульсу, заряду. Основні положення лінійної нерівноважної термодинаміки. Стаціонарний стан і термодинамічна рівновага в біосистемах. Теорема Пригожина. Рівняння Онзагера.
4. Нелінійна термодинаміка необоротних процесів.
Біфуркації і дисипативні структури.. Приклади нелінійних процесів у живій природі. Еволюція як послідовність біфуркацій. Синергетика як наука про процеси самоорганізації і виникнення структур різної природи.
5. Особливості кінетики біологічних процесів.
Часова ієрархія і коливні процеси в біології. Поняття „біологічного годинника”. Кінетика ферментативних реакцій. Принцип “вузького місця”.
6. Моделювання в біофізиці. Принципи побудови моделей біосистем.
Динамічні і тригерні моделі. Математичні моделі екологічних систем. Моделі нелімітованої (наприклад, пухлини) та лімітованої біологічної системи. Модель антагоністичних взаємодій (“хижак – жертва”).
7. Біофізика клітини. Будова і типи клітин. Структура і функціонування біологічних мембран. Фізико-хімічні механізми формування і стабілізації мембран у живих клітинах. Мембрана як рідкий кристал. Фазові переходи в біомембранах та їх біологічна роль. Штучні мембрани.
8. Пасивний та активний транспорт речовин через мембрану. Сучасні уявлення про будову і функціонування іонних каналів. Походження електрокінетичного потенціалу. Живі організми як джерела електромагнітних полів.

Модуль 2.

9. Електричні властивості клітин.

Поляризація та її види в клітині. Дисперсія електропровідності, ємності та діелектричної проникності біологічних тканин. Коефіцієнт поляризації та його значення для біології та медицини.

10. Мембранні біопотенціали.

Потенціал спокою, його походження. Механізми виникнення і поширення потенціалу дії. Експерименти і теорія Ходжкіна – Хакслі. Кабельні властивості нервових волокон. Математичні моделі процесів виникнення і поширення нервового імпульсу.

11. Біофізика сенсорних систем

Загальні принципи і закономірності сенсорної рецепції.

Типи рецепторів. Біофізичні механізми трансформації зовнішніх впливів у нервовий імпульс. Генерація рецепторного потенціалу. Передача і переробка інформації у нервовій системі. Фоторецепція. Хеморецепція. Слухова сенсорна система.

12. Механізми механорецепції.

Молекулярні механізми скоротливих процесів. Механіка і термодинаміка м'язового скорочення. Технічні аналоги – біосенсори (молекулярні, клітинні, тканинні), їх будова, принципи функціонування та перспективи використання.

13. Біофізика впливу факторів довкілля на біосистеми. Електромагнітні поля і живі організми. Застосування когерентних джерел випромінювання.

Біологічна дія інфразвукових коливань. Ультразвук і його використання в біомедицині.

14. Фотобіофізика і біоенергетика. Фотобіологічні процеси.

Механізми трансформації енергії та основні стадії фотобіологічних процесів. Процеси фотосинтезу в рослинах і фотосинтезуючих бактеріях. Фотосинтетична одиниця.

15. Фотореакції в білках і нуклеїнових кислотах.

Фоторепарація, фотосенсибілізація і фотозахист. Двоквантові процеси в ДНК. Фотодинамічний ефект і його значення для біології і медицини.

Фотобіологія процесів зору.

16. Радіаційна біофізика. Загальна характеристика поглинання енергії різних видів іонізуючої радіації. Дозиметрія: методи, види доз і одиниці. Відносна біологічна ефективність. Основні фізичні і біологічні фактори, що зумовлюють радіобіологічний ефект.

17. Генетичні аспекти дії радіації. Радіопротектори, радіосенсibilізатори, радіоміметики. Механізми променевого ураження клітин.. Особливості внутрішнього опромінення. Сучасні проблеми радіоекології. Практичне використання джерел іонізуючої радіації в медицині.

6.2. Структура навчальної дисципліни

№ Теми	Т е м и	Кількість годин усього годин	Лекції, годин	Практичі (семінарські) заняття годин	Лабораторні, годин	Самостійна робота, годин
1	Вступ до курсу “Біофізика складних систем”. Предмет, завдання і розділи дисципліни. Взаємозв’язок становлення і розвитку природничих наук. Історія біофізики.	6	2			4
2	Термодинаміка біологічних систем. Живий організм як відкрита термодинамічна система. Особливості виконання законів термодинаміки в біопроесах. Зв’язок ентропії та інформації в біосистемах.	8	2	2		4
3	Лінійні процеси у живих клітинах. Явища переносу маси, енергії, імпульсу, заряду. Основні положення лінійної нерівноважної термодинаміки. Стаціонарний стан термодинамічна рівновага в біосистемах. Теорема Пригожина. Рівняння Онзагера.	8	2	2		4

4	Нелінійна термодинаміка необоротних процесів. Біфуркації і дисипативні структури.. Приклади нелінійних процесів у живій природі. Еволюція як послідовність біфуркацій. Синергетика як наука про процеси самоорганізації і виникнення структур різної природи.	8	2	2		4
5	Особливості кінетики біологічних процесів. Часова ієрархія і коливні процеси в біології. Поняття „біологічного годинника”. Кінетика ферментативних реакцій. Принцип “вузького місця”.	8	2	2		4
6	Моделювання в біофізиці. Принципи побудови моделей біосистем. Динамічні і тригерні моделі. Математичні моделі екологічних систем. Моделі нелімітованої (наприклад, пухлини) та лімітованої біологічної системи. Модель антагоністичних взаємодій (“хижак – жертва”).	8	2	2		4
7	Біофізика клітини. Будова і типи клітин. Структура і функціонування біологічних мембран. Фізико-хімічні механізми формування і стабілізації мембран у живих клітинах. Мембрана як рідкий кристал. Фазові переходи в біомембранах та їх біологічна роль. Штучні мембрани.	8	2	2		4
8	Пасивний та активний транспорт речовин через мембрану. Сучасні уявлення про будову і функціонування іонних каналів. Походження електрокінетичного потенціалу. Живі організми як джерела електромагнітних полів.	6	2	2		2
	Всього за модуль I	60	16	14		30

Модуль 2

9	<p>Електричні властивості клітин. Поляризація та її види в клітині. Дисперсія електропровідності, ємності та діелектричної проникності біологічних тканин. Коефіцієнт поляризації та його значення для біології та медицини.</p>	8	2	2		4
10	<p>Мембранні біопотенціали. Потенціал спокою, його походження. Механізми виникнення і поширення потенціалу дії. Експерименти і теорія Ходжкіна – Хакслі. Кабельні властивості нервових волокон. Математичні моделі процесів виникнення і поширення нервового імпульсу..</p>	6	2			4
11	<p>16. Біофізика сенсорних систем Загальні принципи і закономірності сенсорної рецепції. Типи рецепторів. Біофізичні механізми трансформації зовнішніх впливів у нервовий імпульс. Генерація рецепторного потенціалу. Передача і переробка інформації у нервовій системі. Фоторецепція. Хеморецепція. Слухова сенсорна система.</p>	6	2	2		2
12	<p>Механізми механорецепції. Молекулярні механізми скоротливих процесів. Механіка і термодинаміка м'язового скорочення. Технічні аналоги – біосенсори (молекулярні, клітинні, тканинні), їх будова, принципи функціонування та перспективи використання.</p>	8	2	2		4
13	<p>Біофізика впливу факторів довкілля на біосистеми. Електромагнітні поля і живі організми. Застосування когерентних джерел випромінювання. Біологічна дія інфразвукових коливань. Ультразвук і його використання в біомедицині.</p>	6	2	2		2
14	<p>Фотобіофізика і біоенергетика Фотобіологічні процеси. Механізми трансформації енергії та основні стадії фотобіологічних процесів. Процеси фотосинтезу в рослинах і</p>	6	2			4

	фотосинтезуючих бактеріях. Фотосинтетична одиниця.					
15	Фотореакції в білках і нуклеїнових кислотах .Фоторепарація фотосенсибілізація і фотозахист Двоквантові процеси в ДНК Фотодинамічний ефект і його значення для біології і медицини. Фотобіологія процесів зору.	6	2	2		2
16	Радіаційна біофізика. Загальна характеристика поглинання енергії різних видів іонізуючої радіації. Дозиметрія методи, види доз і одиниці. Відносна біологічна ефективність. Основні фізичні біологічні фактори, що зумовлюють радіобіологічний ефект.	6	2			4
17	Генетичні аспекти дії радіації. Радіопротектори, радіосенсибілізатори, радіоміметики Механізми променевого ураження клітин. Особливості внутрішнього опромінення. Сучасні проблеми радіоекології. Практичне використання джерел іонізуючої радіації в медицині.	8	2	2		4
	Всього за модуль II	60	18	12		30
	Всього годин за курс	120	34	26		60

6.3. Теми практичних (семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Живий організм як відкрита термодинамічна система.	2
2.	Основні положення лінійної нерівноважної термодинаміки.	2
3.	Приклади нелінійних процесів у живій природі. Еволюція як послідовність біфуркацій.	2
4.	Часова ієрархія і коливні процеси в біології. Поняття „біологічного годинника”.	2

5.	Модель антагоністичних взаємодій (“хижак – жертва”).	2
6.	Мембрана як рідкий кристал. Фазові переходи в біомембранах та їх біологічна роль.	2
7.	Живі організми як джерела електромагнітних полів.	2
8	Коефіцієнт поляризації та його значення для біології та медицини.	2
9	Фоторецепція. Хеморецепція. Слухова сенсорна система.	2
10	Біосенсори (молекулярні, клітинні, тканинні), їх будова, принципи функціонування та перспективи використання.	2
11	Ультразвук і його використання в біомедицині.	2
12	Фотодинамічний ефект і його значення для біології і медицини.	2
13	Особливості внутрішнього опромінення.	2
Сума:		26

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Т Е М А	Кількість годин
-------	---------	-----------------

МОДУЛЬ 1

1	Взаємозв'язок становлення і розвитку природничих наук. Історія біофізики.	4
2	Лінійні процеси у живих клітинах.	4
3	Приклади нелінійних процесів у живій природі	4
4	Кінетика ферментативних реакцій. Принцип “вузького місця”.	4
5	Динамічні і тригерні моделі. Математичні моделі екологічних систем. Магнітотерапія.	4

6	Штучні мембрани.	2
7	Електрокінетичний потенціал	4
8	Генерація електромагнітних полів живими організмами.	4
	Р А З О М	30

\

МОДУЛЬ 2

9	Генерація електромагнітних полів живими організмами.	4
10	Природні та штучні джерела акустичних полів.	4
11	Математичні моделі процесів виникнення і поширення нервового імпульсу.	2
12	Електричне та магнітне поля Землі. Технологічні джерела електричних та магнітних полів.	4
13	Магнітобіологія. Магнітотерапія.	4
14	Сучасні проблеми радіоекології.	2
15	Дія електромагнітного та корпускулярного випромінювання Сонця на живі організми.	4
16	. Дозиметрія: методи, види доз і одиниці.	2
17.	Дія постійних електричних та магнітних полів на живі організми.	4
	Р А З О М	30

Самостійна робота є важливою складовою частиною вивчення дисципліни і обов'язковою для кожного змістовного модулю дисципліни. При самостійній роботі використовуються записи лекцій і навчальні посібники, приведені у списку літератури. При підготовці до практичного або семінарського заняття студент повинен самостійно вивчити теоретичні питання, які стосуються даної теми за рекомендованою літературою, розуміти суть завдань. Необхідно підготувати

теоретичні відомості, робочі формули, схеми і таблиці, результати і висновки. Оформити відповідну презентацію.

7. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

Обладнання: макети, схеми, персональні комп'ютери, ноутбуки, планшети, вебкамери. мультимедійний проектор, інтерактивна дошка.

Спектрофотометр СФ-46, набір лазерних лінійок (405,450,532,632нм, 1 мВт–0,5 Вт), 26. NF-2650 лазерна лінійка, від 0,1 до 50 м, макет на базі моста змінного струму Р598 для вивчення дисперсії провідності біооб'єктів, генератор звуковий Ф578, макет для флуоресцентної спектроскопії біооб'єктів, дистильатор ДЕ-10, рН – метр, торзійні терези, тонометр, пристрої для аудіометрії, фотоелектроколориметр (ФЕК).

Програмне забезпечення: Windows 10, MS Office (Excell, Power Point, Word).

Засоби онлайн навчання:

система електронного навчання Moodle <https://e-learn.uzhnu.edu.ua/>,

електронний репозитарій ДВНЗ «УжНУ» <https://dspace.uzhnu.edu.ua/>, інформаційні ресурси в мережі Інтернет.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура І.С., Мірошніченко М.С., Шуба М.Ф. Біофізика. - К.: Вища школа, 1989; Обереги, 2001. – 544 с.
2. Чалий О.В. та ін. Медична і біологічна фізика.–Вінниця: Нова Книга, 2013.– 528 с.
3. Зима В.Л. Збірник задач з біофізики. – К.: Вища школа, 2001.- 124 с.
4. Личковський Е.І. та ін. Біофізика. Фізичні методи аналізу та метрологія. – Вінниця.: Нова книга, 2014. – 464 с.
5. Посудін Ю.І. Біофізика і методи аналізу навколишнього середовища. – К.: Printline, 2013. – 354 с.
6. Гродзинський Д.М. Радіобіологія. - К.: Либідь, 2001. - 448 с.
7. Yu.I.Posudin. Measuring environmental parameters.- WILEY, 2014. - 429 p.
8. Кучеренко М.Є. та ін. Біохімія. – К.: ВПЦ КНУ, 2002. – 480 с.
9. Шафраньош М.І., Суховія М.І., Шафраньош І.І., Молекулярні механізми впливу низькоенергетичних факторів довкілля на біологічні структури (монографія). Ужгород: Видавництво УжНУ, «Говерла», 2022. –338 с. ISBN 978-617-7825-74-5.
10. Шафраньош І.І., Суховія М.І., Шафраньош М.І. Фізичні поля і живі організми. (підручник для студ. спец. «Біомедична інженерія»). - Ужгород: Вид. УжНУ, «Говерла», 2021. –213 с.

11. Суховія М.І., Шафраньош М.І., Шафраньош І.І., Методи медико-біологічних досліджень. (навч. посібник для студ. спец. «Біомед. інж.»). - Ужгород: Вид. УжНУ, «Говерла», 2022. –53 с.
12. Суховія М.І., Шафраньош І.І. Молекулярна біофізика. (навч.-мет. пос. для студ. спец. «Біомед. інж.»).. - Ужгород, 2022. – 54 с.
13. Суховія М.І., Шафраньош І.І. Біофізика складних систем. (навч.-мет. пос. для студ. спец. «Біомед. інж.»).. - Ужгород, 2022. – 54 с.
14. Гонський Я.І., Максимчук Т.П. Біохімія людини.- Тернопіль, Укрмедкнига, 2001. – 736 с.
15. Губський Ю.І. Біологічна хімія.- Тернопіль. Укрмедкнига, 2001. – 506 с.
16. Лопушанський Я. Збірник задач і запитань з медичної і біологічної фізики.– Львів: НТШ ім. Шевченка, 2010. – 584 с.
17. Ємчик Л., Кміт Я. Медична біофізика. Львів: НТШ ім. Шевченка, 1998. = 250 с.

Додаткова література

1. B. F. Minaev, M. I. Shafranyosh, Yu. Yu Svida, M. I. Sukhoviya, I. I. Shafranyosh, G. V. Baryshnikov, and V. A. Minaeva. Fragmentation of the adenine and guanine molecules induced by electron collisions //J. Chem. Phys. 2014.- V. 140, p. 184303-184309.
2. I.I. Shafranyosh, M.I. Sukhoviya. Inelastic collisions of the uracil molecules with electrons //J. Chem. Phys. 2012.- V. 137, p. 184303-18430.
3. Посудин Ю.И. Лазерная фотобиология. - К.:Вища школа, 1989. - 303с.
4. Посудін Ю.І. Фізика з основами біофізики. - К.: Світ, 2003. – 399 с.
5. Статті в наукових біофізичних і фізичних журналах. Ресурси Інтернету.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua>.
2. Український інститут інтелект <http://stud.com.ua>
3. Чурюмов Г.І. Фізичні моделі та інструментарій для 3-D візуалізації взаємодії низькоінтенсивного електромагнітного поля з мікро- та нанооб'єктами різної фізичної природи та біосередовищами. <https://openarchive.nure.ua/bitstream/document/PDF>
4. Остафійчук Д.І., Волощук В.В., Білобрицький Ю.А. Магнітне поле. магнітобіологія. магнітотерапія (огляд літератури). <https://core.ac.uk/download/pdf/144960654.pdf>