

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА КВАНТОВОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ**



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан фізичного факультету

/Лазур В.Ю./

«28» червня 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА (СИЛАБУС) НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«МЕТОДИ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ»**

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

Ужгород 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «**Методи медико-біологічних досліджень**» 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, Шафраньош І.І., доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри квантової електроніки фізичного факультету УжНУ.

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

Завідувач кафедри  проф. Шафраньош І.І.

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 – 6	Рік підготовки
Загальна кількість годин – 180	2-й
Кількість модулів – 2	Семестр
Тижневих годин для денної форми навчання : аудиторних- 5 самостійної роботи студента - 5	4-й
	Лекції
	30
	Лабораторні: 30
	Семінарські 30
Вид підсумкового контролю: екзамен	
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота
	90

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «**Методи медико-біологічних досліджень**» є отримання студентами знань про способи отримання кількісної інформації про фізичні та біофізичні процеси, які лежать в основі життєдіяльності, про перспективність використання фізичних та біомедичних методів для завдань біомедичної інженерії, формування у студентів навиків експериментальної роботи на відповідних приладах та апаратурі.

- 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.
- ЗК5 Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК7 Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК8 Здатність приймати обґрунтовані рішення.

фахові компетентності:

- ФК1 Здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення досліджень, аналізу, обробки та представлення результатів, а також для автоматизованого проектування медичних приладів та систем.
- 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.
- ФК6 Здатність ефективно використовувати інструменти та методи для аналізу, проектування, розрахунку та випробувань при розробці біомедичних продуктів і послуг.
- 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 «**Методи медико-біологічних досліджень**» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП): Механіка, молекулярна фізика і термодинаміка; Електрика і магнетизм, оптика; Квантова фізика; 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):

Очікувані результати навчання з дисципліни	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
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 керування медичним обладнанням та медичною технікою.	ПРН8
Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та застосування штучних біологічних і біотехнічних об'єктів та матеріалів медичного призначення.	ПРН9
Вміти планувати, організовувати, направляти і контролювати медико-технічні та біоінженерні системи і процеси.	ПРН10

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни **«Методи медико-біологічних досліджень»**

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Вміти застосовувати знання з початкової дисципліни «Методи медико-біологічних досліджень» на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.	ПРН1
Вміти спілкуватися з професіоналами з питань методів медико-біологічних досліджень державною та іноземною (англійською або однією з інших офіційних мов ЄС) мовами та розуміти їхні вимоги до біомедичних продуктів і послуг.	ПРН6

5	10	5	5	10	5				60	100
---	----	---	---	----	---	--	--	--	----	------------

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 «**Методи медико-біологічних досліджень**» 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	задовільно	
60-63	E		
35-59	Fx	незадовільно можливістю повторного складання	незараховано можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно обов'язковим повторним вивченням дисципліни	незараховано 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 «Методи медико-біологічних досліджень». Мета і основні завдання курсу. Метрологія як наука про вимірювання, методи і засоби забезпечення їх єдності та способи досягнення необхідної точності. Прямі, непрямі, сукупні та сумісні вимірювання. Загальна характеристика методів для дослідження медико-біологічних систем, вимоги до методів, їх класифікація. Особливості вимірювання параметрів біооб'єктів. Перспективність використання фізичних та біофізичних методів для завдань біомедичної інженерії.

2. **МОДЕЛЮВАННЯ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ.** Загальні принципи побудови моделей медико-біологічних систем і явищ. Модель динаміки росту нелімітованої системи (ракової пухлини, вірусної інфекції тощо). Модель популяції в умовах обмеженості ресурсів. Модель "хижак-жертва" для медико-біологічних взаємодій. Модель процесів передачі інформації у нервовій системі. Моделювання фотосинтетичного електронного ланцюга. Комп'ютерне моделювання побудови складних біосистем із підсистем (модель синтезу ДНК та білків із мономерів; побудова клітини із біомолекул, організму з клітин). Оцінка зміни ентропії та інформації при побудові складних біосистем із компонентів та при фазових переходах.

Прямі методи вивчення структури біомедичних систем:

3. **РЕНТГЕНОСТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ.** Рентгенівська структурна кристалографія білків, нуклеїнових кислот, вірусів, клітин. Дослідження фібрилярних структур і тканин за допомогою дифракції рентгенівських променів. Використання синхротронного випромінювання для структурних досліджень.
4. **МІКРОСКОПІЯ.** Особливості електронної мікроскопії білків, нуклеїнових кислот, вірусів, клітин і тканин. Скануюча мікроскопія. Дослідження ультратонких зрізів клітин і тканин. Лазерний проєкційний мікроскоп. Лазерний електронний мікроскоп. Люмінесцентна мікроскопія.

5. МЕТОДИ МЕДИЧНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ

Рентгенологічні: Комп'ютерна томографія (КТ), Контрастна рентгенографія, Лінійна томографія, Рентгенографія, Томосинтез, Флюорографія, Рентгеноскопія.

Магнітно-резонансні: МР-томографія (МРТ), Функціональна МР-томографія (фМРТ), МР-спектроскопія, МР-ангіографія.

Радіонуклідні: Однофотонна емісійна комп'ютерна томографія (ОФЕКТ), Позитронно-емісійна томографія (ПЕТ)

Оптичні (Лазерні): Оптична когерентна томографія. Комп'ютерна томографічна лазерна маммографія. Оптична томографія. Оптична топографія.

Ультразвукові: УЗ-діагностика органів. Ехоенцефалоскопія. Ехокардіографія. Доплерографія.

6. МАС-СПЕКТРОМЕТРІЯ

Елементний та молекулярний якісний та кількісний аналізи біомедичних об'єктів методом мас-спектрометрії. Мас-спектрометрична ідентифікація біологічно активних сполук. Використання мас-спектрометрії в екології. Мас-спектрометрія в генній інженерії та біомедіцинській інженерії. Лазерний мас-спектрометр.

МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

7. Мікроелектродні методи вивчення іонної проникності біологічних мембран. Техніка вимірювання мембранних біопотенціалів. Застосування методу фіксації напруги. Метод внутріклітинного діалізу. Моношари біомолекул на межах розділу двох середовищ. Штучні мембрани. Електрофорез.
8. Діелектрометрія. Вивчення дисперсії електропровідності, імпедансу, діелектричної сталої біологічних об'єктів. Коефіцієнт поляризації. Діаграми Коул-Коула. Методи визначення біопотенціалів спокою та дії живих клітин при впливі фізичних факторів довкілля.
Вивчення електричних характеристик людини. Електрокардіограма. Фонокардіограма. Реоплетизмограма. Сфігмограма.

Модуль 2.

9. **ОПТИЧНІ МЕТОДИ І АПАРАТУРА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ БІОБ'ЄКТІВ**
Спектральні методи вивчення стаціонарних властивостей біологічних систем. Абсорбційна спектрофотометрія. Флуоресцентна спектроскопія. Методи оптичної активності. Поляриметрія. Рефрактометрія.
Спектральні методи вивчення динамічних характеристик біосистем. Диференціальна спектрофотометрія. Динамічна спектрофлуориметрія. Метод температурного стрибка. Кінетичні методи вивчення конформаційних переходів у біомакромолекулах. Флуоресцентні мітки і зонди для вивчення біосистем. Лазерна спектроскопія процесів зору, фотосинтезу та інших фотобіологічних процесів. Спектрометри комбінаційного розсіювання.
10. **ГІДРОДИНАМІЧНІ МЕТОДИ.** Віскозиметрія. Дифузометрія.
Седиментаційний аналіз. Методики вимірювання швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ). Загальний аналіз крові з диференційованим підрахунком лейкоцитів на автоматичному гематологічному аналізаторі та мікроскопією препаратів. Метод подвійного променезаломлення в потоці. Хроматографія. Сталагмометрія. Тонометрія. Рефрактометрія.

- 11. КАЛОРИМЕТРИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕМБРАННИХ СИСТЕМ.** Метод ізотермічної мікрокалориметрії. Диференційна скануюча мікрокалориметрія. Термогравіметрія.
- 12. РАДІОІЗОТОПНИЙ МЕТОД.** Використання радіоізотопів для вивчення структури і функцій біомедсистем - біомолекул, мембран, клітин і організмів. Радіоізотопи в медицині, біології, екології. Визначення радіаційного фону середовища. Дозиметрія.
- 13. МЕТОДИ І АПАРАТУРА РАДІОСПЕКТРОСКОПІЇ.** Метод електронного парамагнітного резонансу. Ядерний магнітний резонанс. Дослідження біооб'єктів методом гамма-резонансної спектроскопії.
- 14. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОСЛІДОВНОСТІ МОНОМЕРІВ В БІОПОЛІМЕРАХ – СЕКВЕНУВАННЯ.** Класичні методи і прийоми розшифровки послідовності амінокислот і нуклеотидів у макромолекулах білків, ДНК та РНК. Нові біофізичні методи секвенування і картування геному. Комп'ютерний аналіз генетичних послідовностей. Генетичне тестування. Електрофореграми ДНК і генетичний паспорт.
- 15. МЕТОДИ ПРИКЛАДНОЇ БІОФІЗИКИ**
- Біоніка. Біомеделектроніка. Біосенсорика. Біомедінженерія. Біоінформатика. Біомедритмологія. Біонанотехнології.

6.2. Структура навчальної дисципліни

№ Теми	Т е м и	Усього годин	Лекції, годин	Практичі (смінарські) заняття годин	Лабораторні, годин	Самостійна робота, годин
1	Вступ до курсу «Методи медико-біологічних досліджень». Мета і основні завдання курсу. Метрологія як наука про вимірювання, методи і засоби забезпечення їх єдності та способи досягнення необхідної точності. Прямі, непрямі, сукупні та сумісні вимірювання.	10	2	2		6

	Загальна характеристика методів для дослідження медико-біологічних систем, вимоги до методів, їх класифікація. Особливості вимірювання параметрів біооб'єктів. Перспективність використання фізичних та біофізичних методів для завдань біомедичної інженерії.					
2	МОДЕЛЮВАННЯ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ. Загальні принципи побудови моделей медико-біологічних систем і явищ. Модель динаміки росту нелімітованої системи (ракової пухлини, вірусної інфекції тощо). Модель популяції в умовах обмеженості ресурсів. Модель "хижак-жертва" для медико-біологічних взаємодій. Модель процесів передачі інформації у нервовій системі. Моделювання фотосинтетичного електронного ланцюга. Комп'ютерне моделювання побудови складних біосистем із підсистем (модель синтезу ДНК та білків із мономерів; побудова клітини із біомолекул, організму з клітин). Оцінка зміни ентропії та інформації при побудові складних біосистем із компонентів та при фазових переходах.	14	2	2	4	6
3	РЕНТГЕНОСТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ Рентгенівська структурна кристалографія білків, нуклеїнових кислот, вірусів, клітин. Дослідження фібрилярних структур і тканин за допомогою дифракції рентгенівських променів. Використання синхротронного випромінювання для структурних досліджень.	10	2	2		6
4	МІКРОСКОПІЯ. Особливості електронної мікроскопії білків, нуклеїнових кислот, вірусів, клітин і тканин. Скануюча мікроскопія. Дослідження ультратонких зрізів клітин і тканин. Лазерний проєкційний мікроскоп. Лазерний	14	2	2	4	6

	електронний мікроскоп. Люмінесцентна мікроскопія.					
5	16. МЕТОДИ МЕДИЧНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ <i>Рентгенологічні:</i> Комп'ютерна томографія (КТ), Контрастна рентгенографія, Лінійна томографія, Рентгенографія, Томосинтез, Флюорографія, Рентгеноскопія. <i>Магнітно-резонансні:</i> МР-томографія (МРТ), Функціональна МР-томографія (фМРТ), МР-спектроскопія, МР-ангіографія. <i>Радіонуклідні:</i> Однофотонна емісійна комп'ютерна томографія (ОФЕКТ) Позитронно-емісійна томографія (ПЕТ) <i>Оптичні (Лазерні):</i> Оптична когерентна томографія. Комп'ютерна томографічна лазерна маммографія. Оптична томографія. Оптична топографія. <i>Ультразвукові:</i> УЗ-діагностика органів. Ехоенцефалоскопія. Ехокардіографія. Доплерографія.	10	2	2		6
6	МАС-СПЕКТРОМЕТРІЯ Елементний та молекулярний якісний та кількісний аналізи біомедичних об'єктів методом мас-спектрометрії. Мас-спектрометрична ідентифікація біологічно активних сполук. Використання мас-спектрометрії в екології. Мас-спектрометрія в генній інженерії та біомедіцинженерії. Лазерний мас-спектрометр.	14	2	2	4	6
7	Мікроелектродні методи вивчення іонної проникності біологічних мембран. Техніка вимірювання мембранних біопотенціалів. Застосування методу фіксації напруги. Метод внутріклітинного діалізу. Моношари біомолекул на межах розділу двох середовищ. Штучні мембрани	10	2	2		6
8	17. Діелектрометрія. Вивчення дисперсії електропровідності, імпедансу,	11	2	2	4	3

	діелектричної сталої біологічних об'єктів. Коефіцієнт поляризації. Діаграми Коул-Коула. Методи визначення біопотенціалів спокою та дії живих клітин при впливі фізичних факторів довкілля. Вивчення електричних характеристик людини. Електрокардіограма. Фонокардіограма. Реоплетизмограма. Сфігмограма.					
	Всього за модуль I	93	16	16	1	45
					6	

Модуль 2

9	8.ОПТИЧНІ МЕТОДИ І АПАРАТУРА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ БІОБ'ЄКТІВ Спектральні методи вивчення стаціонарних властивостей біологічних систем. Абсорбційна спектрофотометрія. Флуоресцентна спектроскопія. Методи оптичної активності. Поляриметрія. Рефрактометрія. Спектральні методи вивчення динамічних характеристик біосистем. Диференціальна спектрофотометрія. Динамічна спектрофлуорометрія. Метод температурного стрибка. Кінетичні методи вивчення конформаційних переходів у біомакромолекулах. Флуоресцентні мітки і зонди для вивчення біомолекул і біомембран. Лазерна спектроскопія процесів фотосинтезу, зору та інших фотобіологічних процесів. Спектрометри комбінаційного розсіювання.	21	2	2	1 0	7
10	ГІДРОДИНАМІЧНІ МЕТОДИ. Віскозиметрія. Дифузометрія. Седиментаційний аналіз. Метод подвійного променезаломлення в потоці Методики вимірювання швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ). Загальний	11	2	2		7

	аналіз крові з диференційованим підрахунком лейкоцитів					
11	КАЛОРИМЕТРИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ БІОПОЛІМЕРІВ І МЕМБРАННИХ СИСТЕМ Метод ізотермічної мікрокалориметрії. Диференційна скануюча мікрокалориметрія.	11	2	2		7
12	РАДІОІЗОТОПНИЙ МЕТОД Використання радіоізоотопів для вивчення структури і функцій біомедсистем - біомолекул, мембран, клітин і організмів. Радіоізотопи в медицині, біології, екології. Визначення радіаційного фону середовища. Дозиметрія	11	2	2		7
13	МЕТОДИ І АПАРАТУРА РАДІОСПЕКТРОСКОПІЇ. Метод електронного парамагнітного резонансу. Ядерний магнітний резонанс. Дослідження біооб'єктів методом гамма-резонансної спектроскопії.	11	2	2		7
14	МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОСЛІДОВНОСТІ МОНОМЕРІВ В БІОПОЛІМЕРАХ – СЕКВЕНУВАННЯ Класичні методи і прийоми розшифровки послідовності амінокислот і нуклеотидів у макромолекулах білків, ДНК ТА РНК. Нові біофізичні методи секвенування і картування геному. Комп'ютерний аналіз генетичних послідовностей. Генетичний паспорт.	11	2	2		7
15	МЕТОДИ ПРИКЛАДНОЇ БІОФІЗИКИ Біоніка. Біомеделектроніка. Біосенсорика. Біомедінженерія. Біоінформатика. Біомедритмологія. Біонанотехнології	11	2	2	4	3

	Всього за модуль II	87	14	14	14	45
	Всього годин за курс	180	30	30	30	90

6.3. Теми практичних (семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Перспективність використання фізичних та біофізичних методів для завдань біомедичної інженерії.	2
2.	Загальні принципи побудови моделей медико-біологічних систем і явищ. Модель динаміки росту нелімітованої системи (ракової пухлини, вірусної інфекції тощо).	2
3.	Характеристики оптичного випромінювання. Джерела оптичного випромінювання. Його вплив на біоб'єкти та застосування в медичній практиці.	2
4.	Використання синхротронного випромінювання для структурних досліджень.	2
5.	Комп'ютерна томографія (КТ),.	2
6.	Акустичне поле та його характеристики. Вплив на біоб'єкти та застосування в медичній практиці.	2
7.	Мас-спектрометрія в генній інженерії та біомедіцинній інженерії.	2
8.	Електрокардіограма. Фонокардіограма	2
9.	Реоплетизмограма. Сфігмограма.	2
10.	Генерація електричних полів живими організмами.	2
11.	Магнітобіологія.	2
12.	Високоенергетичні космічні випромінювання та їх вплив на людину.	2
13.	Методи і апаратура радіоспектроскопії	2
14.	Методи секвенування	2
15.	Біоінформатика.	2
Сума:		30

6.4. Лабораторні роботи

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

1

1.	Математичне моделювання біомедичних процесів	4
2.	Вивчення спектрів поглинання біомолекул	4
3.	Флуоресцентна спектроскопія біомедичних об'єктів	6
4.	Дослідження електричних властивостей біосистем	4
5.	Мас-спектрометрія	4
6.	Електронна мікроскопія.	4
7.	Вивчення спектральних характеристик слуху людини Аудиометрія.....	4
	Всього	30

6.5. Самостійна робота

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

МОДУЛЬ 1

1.	Модель процесів передачі інформації у нервовій системі.	6
2.	Комп'ютерне моделювання побудови складних біосистем із підсистем .	6
3.	Магнітобіологія.	6
4.	Магнітотерапія.	6
5.	<i>Ультразвукові: УЗ–діагностика органів. Ехоенцефалоскопія. Ехокардіографія. Доплерографія.</i>	6
6.	Техніка вимірювання мембранних біопотенціалів.	6
7.	Люмінесцентна мікроскопія.	6
8.	Генерація електромагнітних полів живими організмами.	3

	РАЗОМ	45
--	--------------	-----------

МОДУЛЬ 2

1.	Дія постійних електричних та магнітних полів на живі організми.	7
2.	Дія гама-частотного та рентгенівського випромінювання на живі організми.	7
3.	Седиментаційний аналіз	7
4.	Ядерний магнітний резонанс..	7
5.	Дозиметрія	7
6.	Дія акустичного поля на живі організми.	7
7.	Біомеделектроніка	3
	РАЗОМ	45

ВСЬОГО

90

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, що приводяться у списку літератури. Перш ніж приступити до виконання лабораторної роботи, студент повинен самостійно вивчити теоретичні питання, які стосуються даної лабораторної роботи за рекомендованою літературою. Необхідно підготувати в робочому зошиті короткі теоретичні відомості, схеми проведення експерименту і таблиці, знати хід роботи, робочі формули для проведення розрахунків, вміти оцінити похибки вимірювань. 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. Комп'ютерний клас: 10 комп'ютерів (Intel Pentium G4400 3,3 GHz, RAM 4GB, HDD 500GB.); Ноутбук Lenovo V15-ADA (AMD Ryzen 3, RAM 8GB, SSD 256GB).

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,

дистилятор ДЕ-10, мас-спектрометр МИ-1201, електронний мікроскоп, рН – метр, торзійні терези, ультразвуковий випромінювач, 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. Чалий О.В. та ін. Медична і біологічна фізика.–Вінниця: Нова Книга, 2013.– 528 с.
2. Yu.I.Posudin. Measuring environmental parameters.- WILEY, 2014,- 428p
3. Личковський Е.І. та ін. Біофізика. Фізичні методи аналізу та метрологія. – Вінниця.: Нова книга, 2014. – 464 с.
4. Посудін Ю.І. Біофізика і методи аналізу навколишнього середовища. – К.: Printline, 2013. – 354 с.
5. Васильченко О.А. Біохімія: лабораторний практикум.- К.: НАУ,2015– 92 с.
6. Yu.I.Posudin. Measuring environmental parameters.- WILEY, 2014. - 429 p.
7. Кучеренко М.Є. та ін. Біохімія. – К.: ВПЦ КНУ, 2002. – 480 с.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. Суховія М.І., Шафраньош І.І. Молекулярна біофізика. (навч.-мет. пос. для студ. спец. «Біомед. інж.»).. - Ужгород, 2022. – 54 с.
12. Суховія М.І., Шафраньош І.І. Біофізика складних систем. (навч.-мет. пос. для студ. спец. «Біомед. інж.»).. - Ужгород, 2022. – 54 с.
13. Чаварга М.М., Шафраньош І.І.. Техніка лазерів. Фізичний практикум Навчальний посібник. Ужгород, 2021, 52 с
14. Посудин Ю.І.. Моніторинг довкілля з основами метрології. К.: 2012, 432 с.

Додаткова література

1. Ємчик Л., Кміт Я. Медична біофізика. Львів: НТШ ім. Шевченка, 1998. = 250 с.

2. Кучеренко М.Є. т.і. Сучасні методи біохімічних досліджень. – К. : Фітосоціоцентр, 2001. – 344 с.
3. Лисиця А.В. Біохімія : практикум. – Суми : Університетська книга, 2009. – 240 с.
4. Гродзинський Д.М. Радіобіологія. - К.: Либідь, 2001. - 448 с.
5. Зима В.Л. Збірник задач з біофізики. – К.: Вища школа, 2001.- 124 с.
6. Гонський Я.І. , Максимчук Т.П. Біохімія людини.- Тернопіль, Укрмедкнига, 2001. – 736 с.
7. Губський Ю.І. Біологічна хімія.- Тернопіль. Укрмедкнига, 2001. – 506 с.
8. Лопушанський Я. Збірник задач і запитань з медичної і біологічної фізики.– Львів: НТШ ім. Шевченка, 2010. – 584 с.
9. 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.
10. I.I. Shafranyosh, M.I. Sukhoviya. Inelastic collisions of the uracil molecules with electrons //J. Chem. Phys. 2012.- V. 137, p. 184303-18430. .
11. Посудін Ю.І. Фізика з основами біофізики. - К.: Світ, 2003. – 399 с.
12. 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 наноб'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>