

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДАНИЛА ГАЛИЦЬКОГО

Кафедра біофізики

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Перший проректор з науково-педагогічної роботи  
проф. М.Р.Ежегоцький



2021 р.

**РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ  
МЕДИЧНА ТА БІОЛОГІЧНА ФІЗИКА**

підготовки фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти  
галузі знань 22 «Охорона здоров'я»  
спеціальності 221 «Стоматологія»

Обговорено та ухвалено  
на методичному засіданні кафедри  
біофізики  
Протокол № 1  
від "31" серпня 2021 р.  
Завідувач кафедри



доц. Личковський Е.І.

Затверджено  
методичною комісією факультету  
іноземних студентів  
Протокол № 1  
від "31" серпня 2021 р.  
Голова методичної комісії

доц. Єщенко Т.А.

## ВСТУП

**Програма вивчення навчальної дисципліни «Медична та біологічна фізика»**, складена відповідно до Стандарту вищої освіти *другого (магістерського) рівня* галузі знань 22 «Охорона здоров'я» спеціальності 221 «Стоматологія» освітньої програми *магістра* медицини.

Робоча навчальна програма дисципліни “Медична та біологічна фізика” за своїм змістом є документом, що визначає обсяги знань, які повинен опанувати студент відповідно до вимог освітньо-кваліфікаційної характеристики майбутнього фахівця, алгоритм вивчення навчального матеріалу дисципліни з урахуванням міждисциплінарних зв'язків, що виключає дублювання навчального матеріалу при вивченні спільних для різних курсів проблем, необхідне методичне забезпечення, складові та технологію оцінювання знань студентів.

Згідно навчального плану дисципліна “Медична та біологічна фізика” вивчається на першому році навчання. Програму дисципліни поділено на 3 змістових модулі.

Згідно навчального плану дисципліна “Медична та біологічна фізика” вивчається на першому році навчання.

Програма приведена у відповідність до наказу МОН України №47 від 26.01.2015 “Про особливості формування навчальних планів” і структурована на 3 змістові модулі, які складаються з 9 тем відповідно.

Структура навчальної дисципліни	Кількість кредитів, годин, з них			Рік навчання семестр	Вид контролю	
	Всього	Аудиторних				
		Лекцій (год.)	Практичних занять (год.)			
<b>Назва дисципліни: Медична та біологічна фізика</b> <b>Змістових модулів 3</b>	<b>4 кредити / 120 год.</b>	<b>10</b>	<b>60</b>	<b>50</b>	<b>І курс (I, II семестри)</b>	<b>залік, диференційований залік</b>
<b>за семестрами</b>						
<b>Змістовий модуль 1</b>	<b>0,5 кредита / 15 год.</b>	<b>–</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>І курс (I семестр)</b>	<b>залік</b>
<b>Змістовий модуль 2</b>	<b>1,5 кредити / 45 год.</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>21</b>		
<b>Змістовий модуль 3</b>	<b>2 кредити / 60 год.</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	<b>26</b>	<b>І курс (II семестр)</b>	<b>диференційований залік</b>

**Предметом вивчення навчальної дисципліни “Медична та біологічна фізика” є фізичні процеси, що відбуваються у біологічних середовищах та вплив зовнішніх чинників на живий організм.**

Відповідно до навчального плану медична та біологічна фізика є однією з фундаментальних загальноосвітніх дисциплін, що складають теоретичну основу підготовки фахівців вищої кваліфікації для медицини. Вивчення медичної та біологічної фізики формує у студентів основні уявлення про найзагальніші властивості і форми руху матерії, про найважливіші фізичні закономірності, що лежать в основі механічних, термічних, електричних, магнітних, спектральних, поляризаційних та інших фізичних методів дослідження різних властивостей лікарських засобів.

“Медична та біологічна фізика” як навчальна дисципліна:

- інтегрується з такими дисциплінами як медична хімія, медична біологія та ін.;
- закладає основи вивчення студентами фізіології, біохімії, біостатистики, патофізіології, радіаційної медицини, гігієни та екології, офтальмології, оториноларингології та ін.

## **1. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**1.1. Метою** викладання навчальної дисципліни “Медична та біологічна фізика” є поглиблення і вдосконалення знань, вмінь і практичного розуміння біофізичних процесів у живому організмі; фізичних методів діагностики захворювань і дослідження біологічних систем; впливу фізичних факторів на організм людини при її лікуванні; фізичних властивостей матеріалів, які використовуються в медицині та фармації; фізичних властивостей і характеристик оточуючого середовища.

**1.2. Основними завданнями** вивчення дисципліни “Медична та біологічна фізика” є вивчення:

- фізичних основ та біофізичних механізмів дії зовнішніх факторів (полів) на системи організму людини;
- фізичних явищ, які лежать в основі діагностичних і фізіотерапевтичних (лікувальних) методів, що застосовуються у медичній апаратурі;
- загальних фізичних та біофізичних закономірностей, що лежать в основі життєдіяльності людини.

Досягнення цих цілей дозволить студентам-стоматологам оволодіти фізичними і біофізичними, фізико-технічними і математичними знаннями та вміннями, які необхідні для безпосереднього формування лікаря - професіонала своєї справи, а також для вивчення інших навчальних теоретичних і клінічних дисциплін у вищих медичних навчальних закладах .

### 1.3 Компетентності та результати навчання.

Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти дисципліна забезпечує набуття студентами *компетентностей*:

– *інтегральна*: здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі охорони здоров'я за спеціальністю «Стоматологія» у професійній діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень і/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

– *загальні*: здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; здатність вчитися і бути сучасно навченим; знання та розуміння предметної області та розуміння професії; здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; навички використання інформаційних і комунікаційних технологій; здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел; здатність до адаптації та дії в новій ситуації; здатність працювати автономно.

– *спеціальні (фахові, предметні)*: оцінювання результатів лабораторних та інструментальних досліджень; виконання медичних та стоматологічних маніпуляцій; оцінювання впливу навколишнього середовища на стан здоров'я населення (індивідуальне, сімейне, популяційне).

## Матриця компетентностей

№	Компетентність	Знання	Уміння	Комунікація	Автономія та відповідальність
<b>Інтегральна компетентність</b>					
Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі охорони здоров'я за спеціальністю «Стоматологія» у професійній діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень і/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.					
<b>Загальні компетентності</b>					
1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, здатність вчитися і бути сучасно навченим.	Знати: способи аналізу, синтезу та подальшого сучасного навчання.	Вміти: проводити аналіз інформації, приймати обґрунтовані рішення, вміти придбати сучасні знання.	Встановлювати відповідні зв'язки для досягнення цілей.	Нести відповідальність за своєчасне набуття сучасних знань.
2	Знання та розуміння предметної області та розуміння професії.	Знати: структуру професійної діяльності.	Вміти: здійснювати професійну діяльність, що потребує оновлення та інтеграції знань.	Здатність ефективно формувати комунікаційну стратегію у професійній діяльності.	Нести відповідальність за професійний розвиток, здатність до подальшого професійного навчання з високим рівнем автономності.
3	Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях.	Знати: спеціалізовані концептуальні знання.	Вміти: розв'язувати складні задачі і проблеми, які виникають у професійній діяльності.	Зрозуміле і недвозначне донесення власних висновків, знань та пояснень, що їх обґрунтовують до фахівців та нефахівців.	Відповісти за прийняття рішень у складних умовах.
4	Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій; здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.	Знати: інформаційні і комунікаційні технології, що застосовуються у професійній діяльності.	Вміти: використовувати інформаційні та комунікаційні технології у професійній галузі, що потребує оновлення та інтеграції знань.	Використовувати інформаційні та комунікаційні технології у професійній діяльності.	Нести відповідальність за розвиток професійних знань та умінь.

5	Здатність до адаптації та дії в новій ситуації; здатність працювати автономно.	Знати: види та способи адаптації, принципи дії в новій ситуації.	Вміти: застосовувати засоби саморегуляції, вміти пристосовуватися до нових ситуацій (обставин) життя та діяльності.	Встановлювати відповідні зв'язки для досягнення результату.	Нести відповідальність за своєчасне використання методів саморегуляції.
<b>Спеціальні (фахові) компетентності</b>					
1	Оцінювання результатів лабораторних та інструментальних досліджень.	Знати: вплив фізичних чинників на організм людини, стандартні методики проведення лабораторних та інструментальних досліджень.	Вміти: аналізувати результати досліджень.	Обґрунтовано вибрати та оцінювати результати досліджень.	Нести відповідальність за прийняття рішення щодо оцінювання результатів досліджень.
2	Виконання медичних та стоматологічних маніпуляцій.	Знати: біофізику роботи органів, систем людини та фізичні характеристики стоматологічних матеріалів.	Вміти: аналізувати біофізичні показники роботи органів, систем людини та визначати фізичні характеристики стоматологічних матеріалів.	Обґрунтовано формувати та довести до пацієнта, фахівців висновки щодо необхідності проведення медичних маніпуляцій	Відповідальність, самостійність.
3	Оцінювання впливу навколишнього середовища на стан здоров'я населення (індивідуальне, сімейне, популяційне).	Знати: <ul style="list-style-type: none"> <li>фактори навколишнього середовища, які негативно впливають на здоров'я населення;</li> <li>методи статистичного аналізу для оцінки факторів навколишнього середовища та методи визначення зв'язку між ними.</li> </ul>	Вміти: <ul style="list-style-type: none"> <li>оцінити стан навколишнього середовища та негативні фактори впливу на здоров'я.</li> <li>володіти методами статистичного аналізу</li> </ul>	Формувати висновки щодо стану здоров'я населення, на підставі даних про зв'язок з факторами навколишнього середовища.	Нести відповідальність за правильні висновки щодо негативного впливу факторів навколишнього середовища.

## Результати навчання:

Інтегративні кінцеві програмні результати навчання, формуванню яких сприяє навчальна дисципліна:

- призначати та аналізувати лабораторне, функціональне та/або інструментальне обстеження хворого на стоматологічне захворювання для проведення диференційної діагностики захворювань;
- оцінювати вплив навколишнього середовища на стан здоров'я населення в умовах медичного закладу за стандартними методиками;
- організовувати необхідний рівень індивідуальної безпеки (власної та осіб, про яких піклується) у разі виникнення типових небезпечних ситуацій в індивідуальному полі діяльності;
- виконувати медичні маніпуляції на підставі попереднього та/або остаточного клінічного діагнозу для різних верств населення та в різних умовах.

У результаті вивчення “Медичної та біологічної фізики” студент має

### **Знати:**

- ✓ фізичні основи та біофізичні механізми дії зовнішніх чинників на системи організму людини;
- ✓ загальні фізичні та біофізичні закономірності, що лежать в основі життєдіяльності людини;
- ✓ фізичні основи діагностичних і фізіотерапевтичних (лікувальних) методів, що застосовуються у медичній апаратурі.

### **Вміти:**

- ✓ виконувати статистичну обробку результатів експерименту;
- ✓ моделювати нескладні біологічні системи;
- ✓ аналізувати фізичні процеси в організмі, використовуючи фізичні закони і явища.

## 2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 4 кредити ЄКТС 120 годин. Програма структурована у змістові модулі:

### Змістовий модуль 1. Математична обробка медико–біологічних даних

#### *Тема 1. Основи математичного аналізу*

##### **Конкретні цілі:**

- Трактувати поняття диференціалу, часткових похідних, повного диференціалу;
- Застосовувати диференціали у наближених обчисленнях;
- Пояснювати математичні основи методів інтегрування невизначених та визначених інтегралів;
- Трактувати поняття диференціальних рівнянь;
- Пояснювати методи розв'язку диференціальних рівнянь 1–го та 2–го порядку;
- Застосовувати теорію диференціальних рівнянь для моделювання медико-біологічних процесів.

Основи диференціального обчислення.

Диференціал функції однієї змінної. Часткові похідні і диференціали функції двох і більше змінних. Повний диференціал.

Основи інтегрального обчислення.

Невизначений і визначений інтеграл. Інтегрування методом заміни змінної та частинами.

Поняття про диференціальні рівняння.

Диференціальні рівняння першого порядку зі змінними, що розділяються. Лінійні, однорідні диференціальні рівняння другого порядку з сталими коефіцієнтами. Методи розв'язання диференціальних рівнянь.

#### *Тема 2. Основи теорії ймовірності та математичної статистики*

##### **Конкретні цілі:**

- Трактувати поняття ймовірності випадкової події;
- Застосовувати теореми додавання та множення ймовірностей для розв'язування задач;
- Трактувати поняття математичного очікування, дисперсії та середнього квадратичного відхилення;
- Застосовувати закони розподілу випадкових величин;
- Інтерпретувати кореляційний зв'язок між випадковими величинами;
- Аналізувати взаємозв'язки між результативними ознаками організму за допомогою коефіцієнта кореляції.



Елементи теорії ймовірності. Теореми додавання і множення ймовірностей.

Елементи математичної статистики

Математичне сподівання, дисперсія, середнє квадратичне відхилення. Закони розподілу випадкових величин. Довірні ймовірності та довірні інтервали. Функціональна і кореляційна залежності. Рівняння регресії. Коефіцієнт кореляції.

## **Змістовий модуль 2. Основи біологічної фізики**

*Тема 3. Основи біомеханіки, біоакустики, біореології та гемодинаміки.*

### **Конкретні цілі:**

- Класифікувати механічні коливання і хвилі;
- Трактувати основні фізичні поняття та закони біомеханіки, біоакустики, біореології та гемодинаміки.
- Пояснювати фізичні основи аудіометрії як методу дослідження слуху;
- Демонструвати навички роботи з аудіометром;
- Трактувати біофізичні механізми дії ультразвуку та інфразвуку на організм людини та пояснювати механізми, що лежать в основі використання ультразвуку в медицині;
- Трактувати механічні моделі в'язко-пружних властивостей біологічних тканин;
- Визначати модуль Юнга біологічних тканин;
- Пояснювати явища поверхневого натягу та в'язкості рідин;
- Трактувати газову емболію як фізичне явище;
- Демонструвати навички вимірювання коефіцієнтів поверхневого натягу і в'язкості рідин;
- Пояснювати фізичні основи методів вимірювання в'язкості крові та методів вимірювання тиску крові і швидкості кровообігу.

Предмет та методи біофізики, зв'язок з іншими науками. Основні розділи біофізики.

Основні поняття механіки поступального та обертального рухів. Рівняння руху, закони збереження. Елементи біомеханіки. Опорно-руховий апарат людини. Динамічна і статистична робота людини при різних видах її діяльності. Ергометрія. Методи і прилади для вимірювання біомеханічних характеристик.

Незатухаючі, затухаючі та вимушені коливання. Диференційні рівняння гармонічних, затухаючих, вимушених коливань та їх розв'язання. Декремент і логарифмічний декремент затухання. Резонанс. Автоколивання. Релаксаційні коливання.

Хвильові процеси та їх характеристики. Рівняння хвилі. Диференційне хвильове рівняння. Потік енергії. Вектор Умова. Ефект Доплера.

Фізика слуху. Об'єктивні та суб'єктивні характеристики звуку. Інтенсивність, рівень інтенсивності, гучність, їх одиниці. Поріг чутності і больового відчуття. Закон Вебера-Фехнера. Біофізичні основи слухового відчуття. Фізичні основи аудіометрії. Аудіограма та криві однакової гучності.

Ультразвук та інфразвук. Джерела та уловлювачі ультразвуку й інфразвуку. Особливості поширення та біофізичні основи дії ультразвуку й інфразвуку на біологічні тканини. Використання ультразвуку в медицині.

Основи біореології. Деформаційні властивості біологічних тканин. Закон Гука. Модуль Юнга і коефіцієнт Пуассона. Текучість і релаксація напруги.

Поверхневий натяг. Коефіцієнт поверхневого натягу. Методи його визначення. Газова емболія.

Внутрішнє тертя, в'язкість. Формула Ньютона для сили внутрішнього тертя. Ньютонівські та неньютонівські рідини. Методи та прилади для вимірювання в'язкості.

Стаціонарний плин рідин. Рівняння неперервності і рівняння Бернуллі. Лінійна та об'ємна швидкості. Основне рівняння динаміки рідин. Плин в'язких рідин. Формули Пуазейля і Гагена-Пуазейля. Гідрравлічний опір.

Реологічні властивості крові. В'язкість крові та її використання у діагностиці захворювань.

Ламінарна та турбулентна текучість рідини. Число Рейнольдса. Методи вимірювання тиску крові і швидкості кровообігу. Пульсові хвилі.

#### *Тема 4. Термодинаміка відкритих біологічних систем. Елементи молекулярної біофізики*

##### **Конкретні цілі:**

- Трактувати основні положення термодинаміки відкритих біологічних систем;
- Застосовувати термодинамічний метод вивчення медико-біологічних систем;
- Аналізувати міжмолекулярні взаємодії в біополімерах;
- Трактувати процеси впорядкування у фізичних, хімічних і медико-біологічних системах;
- Пояснювати значення термодинаміки і синергетики;
- Пояснювати фізичні та біофізичні характеристики ока людини та механізми фоторецепції.

Термодинаміка відкритих медико-біологічних систем і елементи молекулярної біофізики.

Міжмолекулярна взаємодія у біополімерах (ковалентна взаємодія, електростатична і дисперсійна взаємодія, гідрофобна взаємодія, водневий зв'язок). Структурна організація білків і нуклеїнових кислот.

Термодинамічний метод вивчення медико-біологічних систем. Перший і другий закони термодинаміки, ентропія, термодинамічні потенціали.

Термодинаміка відкритих систем поблизу рівноваги (лінійний закон для потоків і термодинамічних сил, перехресні процеси переносу, співвідношення Онсагера, виробництво ентропії, спряження потоків, стаціонарний стан, теорема Пригожина).

Термодинаміка відкритих систем, далеких від рівноваги (процеси впорядкування у фізичних, хімічних і медико-біологічних системах, поняття про синергетику). Значення термодинаміки і синергетики у проблемі охорони навколишнього середовища.

Біофізика процесів рецепції на прикладі зорової рецепції. Загальні характеристики ока людини. Приведене око Вербицького. Недоліки оптичної системи ока людини. Будова сітківки ока. Фотоізомеризація родопсину.

## Тема 5. Біофізики мембранних процесів

### Конкретні цілі:

- Аналізувати структурні елементи біологічних мембран їх фізичні та динамічні властивості;
- Пояснювати механізми пасивного та активного транспорту речовин крізь мембранні структури клітин;
- Тракувати рівняння Фіка, коефіцієнт проникності мембрани, швидкість дифузії, рівняння Нернста-Планка, електрохімічний потенціал, рівняння Теорелла.
- Аналізувати молекулярну організацію активного транспорту на прикладі роботи  $\text{Na}^+$ -К насосу.
- Пояснювати іонну природу мембранного потенціалу спокою (рівноважний потенціал Нернста, дифузійний потенціал, потенціал Доннана, стаціонарний потенціал Гольдмана-Ходжкіна-Катца);
- Тракувати механізм виникнення потенціалу дії, швидкість та особливості його поширення в аксонах.

Структурні елементи біологічних мембран. Фізичні властивості біомембран. Рідкокристалічний стан біомембран. Динамічні властивості мембран.

Пасивний транспорт речовин крізь мембранні структури. Рівняння Фіка. Коефіцієнт проникності мембрани для певної речовини. Рівняння Нернста-Планка. Електрохімічний потенціал і рівняння Теорелла. Активний транспорт, основні види. Молекулярна організація активного транспорту на прикладі роботи  $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$  насосу. Спряження потоків. Швидкість дифузії.

Мембранні потенціали спокою та дії. Природа мембранного потенціалу спокою (рівноважний потенціал Нернста, дифузійний потенціал, потенціал Доннана, стаціонарний потенціал Гольдмана-Ходжкіна-Катца).

Потенціал дії. Потенціал дії (ПД) та причини його виникнення. Еквівалентна електрична схема мембрани. Феноменологічні рівняння Ходжкіна-Хакслі. Поняття про воротні іонні струми. Рівняння Ходжкіна-Хакслі для процесу поширення ПД у нервових волокнах. Швидкість і особливості поширення ПД в аксонах.

### Змістовий модуль 3. Основи медичної фізики

*Тема 6. Електродинаміка, її медичне застосування. Основи медичної апаратури*

### Конкретні цілі:

- Тракувати генез електрокардіограми на підставі аналізу основних концепцій електрокардіографії.
- Пояснювати фізичні основи дії постійного і змінного електричного полів на організм людини та вирізняти фізіотерапевтичні (лікувальні) методики, що їх використовують;
- Аналізувати еквівалентні електричні схеми біологічних тканин та крові, дисперсії імпедансу біологічних тканин в нормі і патології

- Класифікувати електронну медичну апаратуру, що застосовується в діагностиці, електростимуляції та фізіотерапії.
- Пояснювати механізм дії магнітного (постійного і змінного) та електромагнітного полів на біооб'єкти, на основі аналізу фізичних та біофізичних процесів, що відбуваються у біологічних тканинах під дією фізичних полів в організмі людини.
- Зробити висновок про біофізичні механізми взаємодії електричного і магнітного полів з біологічними тканинами.

Поняття про електрографію органів і тканин.

Фізичні та біофізичні основи електрокардіографії. Перша концепція Ейнтховена про генез ЕКГ (серце - електричний диполь, потенціал електричного диполя, система відведень). Закон Ома в диференційній формі, електропровідність біологічних тканин. Друга концепція ЕКГ (серце - струмовий диполь, потенціал струмового диполя).

Фізичні та біофізичні основи реографії. Зв'язок деформації кровоносних судин із зміною їх електричного опору. Ланцюги змінного струму, що містять активний, ємнісний та індуктивний опори. Векторні діаграми та імпеданс. Ємнісні властивості та еквівалентні електричні схеми біологічних тканин. Специфіка векторних діаграм та імпедансу біологічних тканин. Коефіцієнт дисперсії імпедансу.

Магнітне поле та його характеристики. Закон Біо-Савара-Лапласа. Магнітні властивості речовин. Фізичні основи магнітобіології. Електромагнітні коливання і хвилі у біологічних середовищах. Струми зміщення. Рівняння Максвелла. Хвильові рівняння та швидкість поширення електромагнітних хвиль у біооб'єктах.

Дія електричного поля на біологічні тканини. Фізичні та біофізичні процеси, що відбуваються у біологічних тканинах під дією постійного і змінного електричного поля (струми провідності та зміщення, теплові ефекти). Лікувальні фактори та їх використання у медичних методиках (гальванізація, електрофорез, франклінізація, електростимуляція, електроімпульсація, діатермія, електротомія, електрокоагуляція тощо).

Дія постійного і змінного магнітного поля на біооб'єкти. Первинні механізми, індукційні струми, теплові ефекти. Лікувальні фактори та їх використання у медичних методиках (магнітотерапія, індуктотермія, тощо).

Дія електромагнітного поля на біооб'єкти. Первинні механізми, струми і теплові ефекти, специфічна дія. Лікувальні фактори та їх використання у медичних методиках (УВЧ-терапія, НВЧ-терапія, мікрохвильова резонансна терапія тощо).

Загальна характеристика і класифікація електронних медичних приладів. Використання електронної медичної апаратури у діагностиці, електростимуляції та фізіотерапії. Електроди та датчики. Підсилення та генерація сигналів. Правила безпеки при роботі з електронною медичною апаратурою.

## *Тема 7. Оптичні методи та їх використання у біології та медицині*

### **Конкретні цілі:**

- Визначати оптичні характеристики ока та мікроскопа як центрованої оптичної системи

- Тракувати фізичні механізми, що лежать в основі рефрактометрії та концентраційної поляриметрії;
- Демонструвати навички роботи з рефрактометром і сахариметром;
- Пояснювати фізичні основи явищ поглинання, розсіяння та дисперсії світла;
- Пояснювати методи концентраційної колориметрії та нефелометрії.

Елементи геометричної оптики. Центрована оптична система. Оптична мікроскопія. Основні характеристики мікроскопа.

Оптична рефрактометрія.

Поляризація світла. Способи одержання поляризованого світла. Подвійне променезаломлення. Призма Ніколя. Закон Малюса. Оптично активні речовини. Закон Біо. Концентраційна поляриметрія.

Поглинання світла. Закон Бугера. Поглинання світла розчинами, закон Бугера-Ламберта-Бера. Концентраційна колориметрія.

Розсіяння світла. Розсіяння світла в дисперсійних середовищах. Молекулярне розсіяння світла. Закон Релея. Нефелометрія.

Дисперсія світла. Рефрактометрія і волоконна оптика, їх використання у медицині. Поняття про голографію.

### *Тема 8. Елементи квантової біофізики.*

#### **Конкретні цілі:**

- Пояснювати основні закони теплового випромінювання тіл;
- Тракувати теплове випромінювання тіла людини та фізичні основи методу термографії;
- Тракувати основні поняття квантової механіки;
- Тракувати фізичні механізми, що лежать в основі вимірювання розмірів мікрооб'єктів за допомогою електронного мікроскопа;
- Порівнювати відповідні характеристики оптичного та електронного мікроскопів;
- Пояснювати квантово-механічну модель атома водню (енергетичні стани, квантові числа, принцип Паулі);
- Тракувати основні види, властивості та застосування люмінесценції;
- Пояснювати фізичні основи роботи лазера та принцип його дії.
- Класифікувати лазери та вирізняти напрями використання лазера в медицині.
- Пояснювати основи застосування квантово-механічних резонансних методів в медицині.

Теплове випромінювання тіл, його характеристики.

Абсолютно чорне та сірі тіла. Закон Кірхгофа. Закони випромінювання абсолютно чорного тіла: закон випромінювання Планка, закон Стефана-Больцмана, закон зміщення Віна. Теплове випромінювання тіла людини. Поняття про термографію.

Основне уявлення квантової механіки. Хвильові властивості мікрочастинок, формула де Бройля, хвильова функція та її фізичний зміст, співвідношення

невизначеностей Гейзенберга. Поняття про електронний мікроскоп. Рівняння Шредінгера.

Квантово-механічна модель атома водню. Квантові числа. Енергетичні рівні. Принцип Паулі. Випромінювання та поглинання світла атомами і молекулами. Спектри випромінювання і поглинання. Спектрофотометрія.

Резонансні методи квантової механіки. Ядерний магнітний резонанс, електронний парамагнітний резонанс, їх застосування в медицині (ЯМР-томографія тощо).

Люмінесценція. Види люмінесценції, основні закономірності, властивості. Закон Стокса. Застосування люмінесценції в медицині.

Явище фотоэффекту. Зовнішній та внутрішній фотоелектричні ефекти та їх використання у медицині.

Індуковане випромінювання. Рівноважна (больцманівська) та інверсна заселеність енергетичних рівнів. Лазери, принцип дії та застосування в медицині.

### *Тема 9. Радіаційна фізика. Основи дозиметрії*

#### **Конкретні цілі:**

- Пояснювати первинні механізми взаємодії рентгенівського випромінювання з речовиною та вирізняти напрями застосування рентгенівського випромінювання в медицині;
- Аналізувати основні види, властивості та дози радіоактивного випромінювання
- Пояснювати основні механізми взаємодії іонізуючого випромінювання з біологічними об'єктами, робити висновки щодо шляхів захисту від дії іонізуючого випромінювання.

Рентгенівське випромінювання. Спектр та характеристики. Первинні механізми взаємодії рентгенівського випромінювання з речовиною. Закон послаблення і захист від рентгенівського випромінювання. Застосування рентгенівського випромінювання в медицині (рентгенівська терапія, рентгенівська томографія тощо)

Радіоактивність, основні види і властивості. Закон радіоактивного розпаду. Період напіврозпаду. Активність, одиниці активності. Іонізуюче випромінювання, властивості і основні механізми взаємодії з біологічними об'єктами. Захист від дії іонізуючого випромінювання. Фізичні та біофізичні проблеми, пов'язані з аварією на Чорнобильській АЕС.

Дозиметрія іонізуючого випромінювання. Експозиційна та поглинена дози. Еквівалентна біологічна доза. Потужність доз. Одиниці доз і потужностей доз.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Тема	Лекції	Практичні (семінарські) заняття	СРС	Індивідуальна робота
<b>Змістовий модуль 1. Математична обробка медико–біологічних даних</b>				
Тема 1. Основи математичного аналізу		4	1	–
Тема 2. Основи теорії ймовірності та математичної статистики	–	6	2	
Контрольна робота №1.	–	2	–	
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	–	<b>12</b>	<b>3</b>	
<b>Змістовий модуль 2. Основи біологічної фізики</b>				
Тема 3. Основи біомеханіки біоакустики, біореології та гемодинаміки	4	10	12	–
Тема 4. Термодинаміка відкритих біологічних систем. Елементи молекулярної біофізики	–	2	3	
Тема 5. Біофізика мембранних процесів	2	4	6	
Контрольна робота №2.	–	2	–	
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	–
<b>Змістовий модуль 3. Основи медичної фізики</b>				
Тема 6. Електродинаміка, її медичне застосування. Основи медичної апаратури	2	8	<b>6</b>	–
Тема 7. Оптичні методи та їх використання у біології та медицині	–	10	<b>8</b>	–
Тема 8. Елементи квантової біофізики	–	4	<b>10</b>	–
Тема 9. Радіаційна фізика. Основи дозиметрії	2	6	<b>2</b>	–
Контрольна робота №3.	–	2	–	
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	<b>26</b>	–
<b>Усього годин 120 / 4 кредити ECTS</b>	<b>10</b>	<b>60</b>	<b>50</b>	–
<b>Підсумковий контроль</b>				<b>Диференційований залік</b>

**4. Тематичний план лекцій з дисципліни “Медична та біологічна фізика”  
(осінній семестр)**

<b>№ п/п</b>	<b>Тема лекції</b>	<b>К-ть годин</b>
1.	Біофізика слуху. Біофізична дія ультразвуку, інфразвуку, вібрації, шуму та застосування у діагностиці та лікуванні.	2
2.	Основи біореології. Реологічні властивості біологічних рідин. Фізичні основи гемодинаміки. Механічні властивості біологічних об’єктів.	2
3.	Транспорт речовин через біологічні мембрани. Біоелектричні потенціали.	2
<b>Всього</b>		<b>6</b>

**Тематичний план лекцій (весняний семестр)**

<b>№ п/п</b>	<b>Тема лекції</b>	<b>К-ть годин</b>
4.	Біофізична дія електричних струмів та електромагнітних полів різних параметрів та діапазонів на біологічні об’єкти.	2
5.	Рентгенівське випромінювання. Радіоактивність. Дозиметрія іонізуючого випромінювання.	2
<b>Всього</b>		<b>4</b>
<b>РАЗОМ – 10</b>		



**5. Тематичний план лабораторно-практичних занять (осінній семестр)  
з дисципліни “Медична та біологічна фізика”**

№ п/п	Тема заняття	К-сть год
<b>Змістовий модуль 1. Математична обробка медико–біологічних даних</b>		
<i>Тема 1. Основи математичного аналізу</i>		
1.	Поняття про диференціальні рівняння.	2
2.	Моделювання медико-біологічних процесів диференціальними рівняннями.	2
<i>Тема 2. Основи теорії ймовірності та математичної статистики</i>		
3.	Елементи теорії ймовірності.	2
4.	Елементи математичної статистики. <i>Лабораторна робота.</i> Аналіз розподілу досліджуваної ознаки та визначення статистичних характеристик.	2
5.	<i>Лабораторна робота.</i> Дослідження кореляційного зв'язку між двома ознаками.	2
6.	Контрольна робота №1.	2
<b>Змістовий модуль 2. Основи біологічної фізики</b>		
<i>Тема 3. Основи біомеханіки біоакустики, біореології та гемодинаміки</i>		
7.	Елементи біомеханіки. <i>Лабораторна робота.</i> Визначення модуля пружності кісткової тканини.	2
8.	Елементи біофізики слуху. <i>Лабораторна робота.</i> Зняття спектральної характеристики вуха на порозі чутності.	2
9.	Інфразвук. Ультразвук. Вібрації. <i>Лабораторна робота.</i> Визначення параметрів біологічних об'єктів методом ультразвукової локації.	2
10.	Основи біореології. Вивчення реологічних властивостей біологічних рідин. <i>Лабораторна робота.</i> Визначення коефіцієнта в'язкості рідини капілярним віскозиметром.	2
11.	Основи гемодинаміки. <i>Лабораторна робота.</i> Фізичні основи дослідження гемодинамічних показників.	2
<i>Тема 4. Термодинаміка відкритих біологічних систем. Елементи молекулярної біофізики</i>		
12.	<i>Лабораторно-практичне заняття.</i> Вивчення основ термодинаміки відкритих біологічних систем.	2
<i>Тема 5. Біофізика мембранних процесів</i>		
13.	Елементи біофізики мембранних процесів. <i>Лабораторно-практичне заняття:</i> Вивчення структури і функцій біомембран.	2
14.	<i>Лабораторно-практичне заняття.</i> Вивчення механізмів виникнення потенціалу спокою і потенціалу дії.	2
15.	Контрольна робота №2. Залікове заняття.	2
	<b>Разом</b>	<b>30</b>

**Тематичний план лабораторно-практичних занять (весняний семестр)  
з дисципліни “Медична та біологічна фізика”**

№	Тема заняття	К-сть год
<b>Змістовий модуль 3. Основи медичної фізики</b>		
<i>Тема 6. Електродинаміка, її медичне застосування. Основи медичної апаратури</i>		
1.	Фізичні основи електрографії тканин та органів. <i>Лабораторна робота.</i> Вивчення фізичних основ електро- та векторкардіографії.	2
2.	Фізичні основи реографії. <i>Лабораторна робота.</i> Дослідження еквівалентної схеми заміщення біологічної тканини.	2
3.	Електромагнітні методи діагностики та лікування. <i>Лабораторна робота.</i> Вивчення роботи апарату УВЧ-терапії.	2
4.	Електромагнітні методи діагностики та лікування. <i>Лабораторна робота.</i> Вивчення апарату для НВЧ-терапії “Промінь-3”.	2
<i>Тема 7. Оптичні методи та їх використання у біології та медицині</i>		
5.	Оптичні методи вивчення біооб’єктів. <i>Лабораторна робота.</i> Визначення збільшення мікроскопа та розмірів малих об’єктів.	2
6.	Оптичні методи вивчення біооб’єктів. <i>Лабораторна робота.</i> Визначення концентрації розчину колориметром.	2
7.	Оптичні методи вивчення біооб’єктів. <i>Лабораторна робота.</i> Визначення концентрації цукру поляриметром.	2
8.	Оптичні методи вивчення біооб’єктів. <i>Лабораторна робота.</i> Визначення концентрації розчинів рефрактометром.	2
9.	Біофізичні основи зору. <i>Лабораторна робота.</i> Вивчення оптичної системи ока.	2
<i>Тема 8. Елементи квантової біофізики</i>		
10.	<i>Лабораторно-практичне заняття.</i> Вивчення теплового випромінювання біооб’єктів.	2
11.	Елементи квантової біофізики. <i>Лабораторна робота.</i> Визначення довжини хвилі випромінювання газового лазера з допомогою дифракційної ґратки.	2
<i>Тема 9. Радіаційна фізика. Основи дозиметрії</i>		
12.	<i>Лабораторно-практичне заняття.</i> Вивчення властивостей рентгенівського випромінювання.	2
13.	Вивчення властивостей радіоактивного випромінювання. <i>Лабораторна робота.</i> Вивчення роботи радіометра.	2
14.	Дозиметрія йонізуючого випромінювання. <i>Лабораторна робота.</i> Визначення коефіцієнта зникання $\beta$ -променів та товщини шару половинного поглинання.	2
15.	Контрольна робота № 3. Залікове заняття.	2
<b>Разом</b>		<b>30</b>

**6. Тематичний план самостійної роботи (осінній семестр)  
з дисципліни “Медична та біологічна фізика”**

№ з/п	Т Е М А	К-ть ГОДИН
<b>Змістовий модуль 1. Математична обробка медико–біологічних даних</b>		
<i>Тема 1. Основи математичного аналізу</i>		
1.	Оволодіти уміннями знаходити похідні простої та складної функцій. Оволодіти уміннями знаходити диференціал функції однієї змінної, часткові похідні і диференціали функції двох і більше змінних та повний диференціал. Оволодіти уміннями інтегрувати методом заміни змінної та частинами.	1
2.	Оволодіти уміннями розв’язувати диференціальні рівняння та застосовувати їх для моделювання медико-біологічних процесів.	
<i>Тема 2. Основи теорії ймовірності та математичної статистики</i>		
3.	Оволодіти уміннями застосовувати теореми додавання і множення ймовірностей для розв’язування задач.	2
4.	Навчитися використовувати методи математичної статистики для розв’язування задач медико-біологічного характеру.	
<b>Змістовий модуль 2. Основи біологічної фізики</b>		
<i>Тема 3. Основи біомеханіки біоакустики, біореології та гемодинаміки</i>		
6.	Навчитися пояснювати незатухаючі, затухаючі та вимушені коливання, що виникають в біологічних системах.	2
7.	Оволодіти уміннями роботи з клінічним аудіометром. Оцінювати та трактувати результати досліджень спектральної чутливості вуха на порозі чутності.	3
8.	Оволодіти уміннями одержувати діаграми розтягу і стиснення та визначати основні показники пружних властивостей тканин.	2
9.	Біофізика дихання. Дія коронавірус SARS-CoV-2 на легені.	1
10.	Оволодіти уміннями визначати коефіцієнт поверхневого натягу	2
11.	Оволодіти уміннями визначати коефіцієнт в’язкості рідин Ознайомитися з реологічними властивостями крові	2
<i>Тема 4. Термодинаміка відкритих біологічних систем. Елементи молекулярної біофізики</i>		
12.	Ознайомитися з термодинамічним методом вивчення медико-біологічних систем.	3
<i>Тема 5. Біофізика мембранних процесів</i>		
13.	Пояснювати природу виникнення концентраційного потенціалу.	3
14.	Оволодіти уміннями роботи з комп’ютерною програмою та навчитися досліджувати зміну потенціалу дії.	3
	<b>Разом</b>	<b>24</b>

### Тематичний план самостійної роботи (весняний семестр)

1	2	3
<b>Змістовий модуль 3. Основи медичної фізики</b>		
<i>Тема 6. Електродинаміка, її медичне застосування. Основи медичної апаратури</i>		
16.	Пояснювати фізичні основи електрокардіографії та механізми формування біопотенціалів. Оволодіти навичками роботи з кардіографом.	2
17.	Оволодіти уміннями роботи з клінічним реографом. Дати фізичне обґрунтування зв'язку між змінами об'єму та електричного опору еластичної судини.	
18.	Дати фізичне обґрунтування особливостей електричної поведінки біологічних тканин у колі змінного струму. Оволодіти уміннями досліджувати залежність електричного імпедансу від частоти струму для різних біологічних об'єктів. Оволодіти уміннями малювати криві дисперсії та визначати коефіцієнт дисперсії для „живої” та ушкодженої тканини.	2
19.	Пояснювати основні взаємодії магнітного поля з біологічними тканинами. Пояснювати основні взаємодії електромагнітного поля з біологічними тканинами.	2
20.	Набути навички роботи з УВЧ апаратом, апаратом для місцевої дарсонвалізації та апаратом для ультразвукової терапії.	
<i>Тема 7. Оптичні методи та їх використання у біології та медицині</i>		
21.	Оволодіти уміннями вимірювати розміри мікрооб'єктів за допомогою оптичного мікроскопу.	2
22.	Навчитися досліджувати залежність показника заломлення розчину від його концентрації рефрактометричним методом.	2
23.	Оволодіти уміннями роботи з поляриметром. Пояснювати механізм обертання площини поляризації оптично активною речовиною та визначати сталу обертання.	2
24.	Пояснювати механізми поглинання та розсіювання світла та явище дисперсії.	2
<i>Тема 8. Елементи квантової біофізики</i>		
25.	Ознайомитися з біофізичними принципами рецепції на прикладі зорової рецепції.	2
26.	Пояснювати механізми теплового випромінювання.	2
27.	Оволодіти основними уявленнями і поняттями квантової механіки.	2
28.	Пояснювати явище фотоефекту та люмінесценції. Отримати уявлення про резонансні методи квантової механіки.	2
29.	Дати пояснення принципу дії газового лазера та навчитися визначати його технічні характеристики: довжину хвилі, енергію та імпульс кванта.	2
<i>Тема 9. Радіаційна фізика. Основи дозиметрії</i>		
30.	Оволодіти уміннями роботи з радіометром, який містить газорозрядний лічильник.	2
31.	Пояснювати явище послаблення радіоактивного випромінювання при його проходженні через свинцевий, залізний та алюмінієвий екрани.	
<b>Разом</b>		<b>26</b>
<b>Разом</b>		<b>50</b>

## **7. Методи навчання:**

- словесні методи (лекція, бесіда);
- наочні методи (ілюстрація, демонстрація, фронтальний експеримент);
- практичні методи (лабораторні роботи та розв'язування задач із фаховим змістом);
- самостійна робота студентів з осмислення й засвоєння матеріалу;
- використання контрольних-навчальних комп'ютерних програм з дисципліни;
- використання методу проектів для забезпечення міжпредметної інтеграції.

## **8. Методи контролю:**

Поточний контроль здійснюється на основі контролю теоретичних знань, навичок і вмінь.

Форми поточного контролю:

1. Усне опитування (фронтальне, індивідуальне, комбіноване).
2. Практична перевірка сформованих професійних вмінь.
3. Тестовий контроль (відкриті та закриті тестові завдання).

Самостійна робота студента оцінюється на практичних заняттях і є складовою підсумкової оцінки студента.

Підсумковий контроль проводиться у вигляді письмового іспиту, який включає 3 теоретичні описові питання і 1 розрахункову задачу з фаховим змістом.

### **• Критерії оцінювання**

Оцінка “відмінно” (“5”) – студент правильно, чітко, логічно і повно відповідає на всі стандартизовані питання поточної теми, включно з питаннями лекційного курсу і самостійної роботи. Тісно пов'язує теорію з практикою і правильно розв'язує задачі вищого рівня складності з фаховим змістом.

Оцінка “добре” (“4”) – студент правильно, і по суті відповідає на стандартизовані питання поточної теми, лекційного курсу і самостійної роботи. Правильно використовує теоретичні знання при вирішенні практичних завдань. Вміє вирішувати легкі і середньої складності задачі з фаховим змістом.

Оцінка “задовільно” (“3”) – студент неповно, за допомогою додаткових питань відповідає на стандартизовані питання поточної теми, лекційного курсу і самостійної роботи. Не може самостійно побудувати чітку, логічну відповідь. Під час відповіді і демонстрації практичних навичок студент робить помилки і вирішує лише найлегші задачі.

Оцінка “незадовільно” (“2”) – студент не знає матеріалу поточної теми, не може побудувати логічну відповідь, не відповідає на додаткові запитання, не розуміє змісту матеріалу. Під час відповіді і демонстрації практичних навичок робить значні, грубі помилки.

**9. Поточний контроль** здійснюється під час проведення навчальних занять і має на меті перевірку засвоєння студентами навчального матеріалу. Форма проведення поточного контролю під час навчальних занять визначається робочою навчальною програмою дисципліни. Під час оцінювання засвоєння кожної теми за поточну навчальну діяльність студенту виставляються оцінки за 4-ри бальною (традиційною) шкалою з урахуванням затверджених критеріїв оцінювання.

*Оцінювання поточної навчальної діяльності.* Під час оцінювання засвоєння кожної теми за поточну навчальну діяльність студенту виставляються оцінки за 4-ри бальною (національною). При цьому враховуються усі види робіт, передбачені програмою дисципліни. Студент має отримати оцінку з кожної теми для подальшої конвертації оцінок у бали за багатобальною (200-бальною) шкалою.

**10. Форма підсумкового контролю успішності навчання** відповідно до навчального плану – залік (I семестр), диференціальний залік (II семестр).

**Семестровий залік** – це форма підсумкового контролю, що полягає в оцінці засвоєння студентом навчального матеріалу з «Медичної та біологічної фізики» лише на підставі результатів виконання ним усіх видів навчальних робіт, передбачених робочою навчальною програмою. **Семестровий залік виставляється за результатами поточного контролю.**

**Диференційований залік** - це форма підсумкового контролю, що полягає в оцінці засвоєння студентом навчального матеріалу з дисципліни виключно на підставі результатів виконання ним усіх видів навчальних робіт, передбачених робочою навчальною програмою.

**11. Схема нарахування та розподіл балів, які отримують студенти:**

*Максимальна кількість балів*, яку може набрати студент за поточну навчальну діяльність для допуску до екзамену (диференційованого заліку) становить 120 балів.

*Мінімальна кількість балів*, яку повинен набрати студент за поточну навчальну діяльність для допуску до екзамену (диференційованого заліку) становить 72 бали.

*Розрахунок кількості балів* проводиться на підставі отриманих студентом оцінок за 4-ри бальною (національною) шкалою під час вивчення дисципліни, шляхом обчислення середнього арифметичного (СА), округленого до двох знаків після коми. Отримана величина конвертується у бали за багатобальною шкалою таким чином:

$$x = \frac{CA \times 120}{5}.$$

Для зручності наведено таблицю перерахунку за 200-бальною шкалою:

**Перерахунок середньої оцінки за поточну діяльність у багатобальну шкалу для дисциплін, що завершуються заліком (диференційованим заліком)**

4-бальна шкала	200-бальна шкала	4-бальна шкала	200-бальна шкала	4-бальна шкала	200-бальна шкала	4-бальна шкала	200-бальна шкала
5	120	4.45	107	3.91	94	3.37	81
4.95	119	4.41	106	3.87	93	3.33	80
4.91	118	4.37	105	3.83	92	3.29	79
4.87	117	4.33	104	3.79	91	3.25	78
4.83	116	4.29	103	3.74	90	3.2	77
4.79	115	4.25	102	3.7	89	3.16	76
4.75	114	4.2	101	3.66	88	3.12	75
4.7	113	4.16	100	3.62	87	3.08	74
4.66	112	4.12	99	3.58	86	3.04	73
4.62	111	4.08	98	3.54	85	3	72
4.58	110	4.04	97	3.49	84	Менше	Недос-

<b>4.54</b>	<b>109</b>	<b>3.99</b>	<b>96</b>	<b>3.45</b>	<b>83</b>	<b>3</b>	<b>татньо</b>
<b>4.5</b>	<b>108</b>	<b>3.95</b>	<b>95</b>	<b>3.41</b>	<b>82</b>		

**Самостійна робота** студентів оцінюється під час поточного контролю теми на відповідному занятті. **Семестровий контроль** проводиться у формах семестрового заліку в обсязі навчального матеріалу, визначеного робочою програмою і в терміни, встановлені робочим навчальним планом, індивідуальним навчальним планом студента.

**Максимальна кількість балів**, яку може набрати студент при складанні диференційованого заліку становить 80.

**Мінімальна кількість балів** при складанні диференційованого заліку - не менше 50.

**Оцінка з дисципліни, яка завершується** диференційованим заліком визначається, як сума балів за поточну навчальну діяльність (не менше 72) та балів за виконання індивідуальних завдань на останньому занятті (не менше 50).

Бали з дисципліни незалежно конвертуються як в шкалу ECTS, так і в 4-бальну шкалу. Бали шкали ECTS у 4-бальну шкалу не конвертуються і навпаки. Бали студентів, з урахуванням кількості балів, набраних з дисципліни ранжуються за шкалою ECTS таким чином:

<b>Оцінка ECTS</b>	<b>Статистичний показник</b>
<b>A</b>	<b>Найкращі 10 % студентів</b>
<b>B</b>	<b>Наступні 25 % студентів</b>
<b>C</b>	<b>Наступні 30 % студентів</b>
<b>D</b>	<b>Наступні 25 % студентів</b>
<b>E</b>	<b>Останні 10 % студентів</b>

Ранжування з присвоєнням оцінок „A”, „B”, „C”, „D”, „E” проводиться для студентів даного курсу, які навчаються за однією спеціальністю і успішно завершили вивчення дисципліни. Студенти, які одержали оцінки FX, F («2») не вносяться до списку студентів, що ранжуються. Студенти з оцінкою FX після перескладання автоматично отримують бал „E”.

Бали з дисципліни для студентів, які успішно виконали програму конвертуються у традиційну 4-ри бальну шкалу за абсолютними критеріями, які наведено нижче у таблиці:

<b>Бали з дисципліни</b>	<b>Оцінка за 4-ри бальною шкалою</b>
Від 170 до 200 балів	<b>5</b>
Від 140 до 169 балів	<b>4</b>
Від 122 до 139 балів	<b>3</b>
Нижче мінімальної кількості балів, яку повинен набрати студент	<b>2</b>

## **12. Методичне забезпечення:**

- Робоча навчальна програма дисципліни.
- Тези лекцій з дисципліни.
- Методичні рекомендації та розробки для викладача.
- Методичні вказівки до практичних занять для студентів.

- Методичні матеріали, що забезпечують самостійну роботу студентів.
- Тестові та контрольні завдання до практичних занять.
- Питання та завдання до підсумкового контролю (іспиту).

### **13. Рекомендована література**

#### **Основна:**

1. Біофізика. Фізичні методи аналізу та метрологія / За ред. Е.І.Личковського, В.О.Тиманюка. - Вінниця, Нова Книга, 2014.
2. Вища математика/ За ред. Е.І.Личковського, П.Л.Свердана. - Вінниця, Нова Книга, 2014.
3. Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М. Медична і біологічна фізика. Підр. – Львів: Світ, 2003.
4. Зима В.Л. Біофізика. Збірник задач. – К.: Вища шк., 2001.
5. Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура І.С., Мірошніченко М.С., Шуба М.Ф. Біофізика. - К.: Обереги, 2001.
6. Медична і біологічна фізика/ За ред. О.В.Чалого. – Вінниця, Нова Книга, 2013.
7. Медична і біологічна фізика (практикум) / за ред. О.В.Чалого. – К.: Книга–плюс, 2003.
8. Русяев В.Ф., Мищенко С.В., Пронина Н.В. Медицинская физика (сборник вопросов и задач). – Полтава, АСМИ, 2001.
9. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – Харьков, Изд-во НФАУ, 2003.
10. Чалий О.В., Стучинська Н.В., Меленевська А.В. Вища математика. – К.: Техніка, 2001.

#### **Додаткова:**

1. Агапов Б.Т., Максютин Г.В., Островерхов П.И. Лабораторный практикум по физике. - М: Высш. шк., 1982.
2. Антонов В.Ф. и др.. Биофизика. – М.: Владос, 2000.
3. Владимиров Ю.А., Рошупкин Д.И., Потапенко А.Я., Деев А.И. Биофизика. - М : Медицина, 1983.
4. Волькенштейн М.В. Биофизика. - М : Высш. шк. 1987.
5. Губанов Н.И., Утенбергов А.А. Медицинская биофизика. - М: Медицина, 1981.
6. Лабораторный и лекционный эксперимент по медицинской и биологической физике / Под ред. Кройтора Д.С., Ремизова А.Н., Самойлова В.О. - Кишинёв: Лумина, 1983.
7. Ремизов А.Н.. Медицинская и биологическая физика. - М: Высш. шк., 1992.
8. Ремизов А.Н., Исакова Н.Х., Максина Л.Г. Сборник задач по медицинской и биологической физике. - М : Высш. шк., 1978.
9. Рубин А.Б. Биофизика.- М: Высш. шк. 1987.
10. Самойлов В.О. Медицинская биофизика. - Л. : Изд-во ВМА, 1986.
11. Хакен Г. Синергетика. – М.: Мир. 1980.
12. Чалый А.В., Цехмистер Я.В.. Флуктуационные модели процессов самоорганизации. К.: Випол, 1994.
13. Чалый А.В. Неравновесные процессы в физике и биологии. - К.: Наук. думка, 1997.
14. Чалий О.В. Синергетичні принципи освіти та науки. – К.: Випол, 2000.
15. Чернавский Д.С. Синергетика и информатика. – М.: УРСС, 2004.



#### **14. Інформаційні ресурси**

**[http://meduniv.lviv.ua/index.php?option=com\\_content&view=article&id=145&Itemid=183&lang=uk](http://meduniv.lviv.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=145&Itemid=183&lang=uk)**