

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДАНИЛА ГАЛИЦЬКОГО

Кафедра біофізики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор

з науково-педагогічної роботи

доцент Ірина СОЛОНИНКО



2023 р.

**ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

БІОФІЗИКА ЗА ПРОФЕСІЙНИМ СПРЯМУВАННЯМ
ВБ 1.11

підготовки фахівців першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
галузі знань 22 Охорона здоров'я
спеціальності 227 Терапія та реабілітація
спеціалізація 227.01 Фізична терапія

Обговорено та ухвалено
на методичному засіданні
кафедри біофізики
Протокол № 3
Від «11» жовтня 2023 р.

Завідувач кафедри
 професор Роман ФАФУЛА

Затверджено
Методичною комісією зі спеціальності
«Терапія і реабілітація»
Протокол № 3
Від «16» жовтня 2023 р.

Голова методичної комісії
 професор Лук'ян АНДРІЮК

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Роман ФАФУЛА	д.б.н., професор, завідувач кафедри біофізики Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького;
Оксана МАЛАНЧУК	к.ф.-м.н., доцент кафедри біофізики Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Зіновій ВОРОБЕЦЬ	д.б.н., професор, завідувач кафедри медичної біології, паразитології та генетики Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького;
Оксана БОЙКО	д.тех.н., професор, завідувач кафедри медичної інформатики ФПДО Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького.

ВСТУП

Програма вивчення навчальної дисципліни «Біофізика за професійним спрямуванням»

відповідно до Стандарту вищої освіти *першого (бакалаврського) рівня*
галузі знань 22 «Охорона здоров'я»

спеціальності 227 «Терапія та реабілітація»

освітньої програми *бакалавра терапії та реабілітації*
спеціалізація фізична терапія.

Опис навчальної дисципліни (анотація).

Вивчення дисципліни «Біофізика за професійним спрямуванням» дає знання про фізичні процеси та фізико-хімічні явища в біологічних середовищах, вплив зовнішніх чинників на організм людини, фізичні основи діагностичних і фізіотерапевтичних методів, які застосовуються у терапії та реабілітації.

«Біофізика за професійним спрямуванням» є однією з фундаментальних загальноосвітніх дисциплін, що складають теоретичну основу підготовки фахівців з терапії та реабілітації. Згідно навчального плану дисципліна «Біофізика за професійним спрямуванням» вивчається на першому році навчання (дисципліна за вибором). Програму дисципліни поділено на 2 розділи:

Розділ 1. Біофізика біологічних систем.

Розділ 2. Дія фізичних чинників на живий організм. Фізичні основи методів медичної візуалізації та терапії.

У розділі 1 вивчаються елементи біофізики клітинних процесів і біофізику складних систем, зокрема кровоносної і дихальної системи, сенсорних систем.

У розділі 2 розглядають механізми дії чинників зовнішнього середовища на організм людини: механічних хвиль, електромагнітних хвиль різних діапазонів та параметрів, нейонізуючого та йонізуючого випромінювання. Також вивчаються фізичні принципи методів діагностики та терапії, медичне електронне обладнання для медичної візуалізації, реєстрації та терапії.

Структура навчальної дисципліни	Кількість кредитів, годин, з них			Рік навчання семестр	Вид контролю	
	Всього	Аудиторних				СРС
		Лекцій (год.)	Прак-тичних занять (год.)			
Назва дисципліни: Біофізика за професійним спрямуванням Розділів 2	3 кредити / 90 год.	10	20	60	II курс	залік
за семестрами						
Розділ 1	1,0 кредити / 30 год.	8	22	30	II курс (	
Розділ 2	2,0 кредити / 60 год.	8	22	30	II курс	залік

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Біофізика за професійним спрямуванням» є фізичні процеси, що відбуваються у біологічних системах, вплив зовнішніх чинників на живий організм та фізичні основи діагностичних і фізіотерапевтичних методів, які застосовуються у медицині.

Міждисциплінарні зв'язки:

Навчальна дисципліна «Біофізика за професійним спрямуванням» інтегрується з такими дисциплінами:

Біомеханіка та клінічна кінезіологія;

Клінічна, інструментальна, лабораторна та функціональна діагностика в фізичній та реабілітаційній медицині;

Основи фізичної терапії та ерготерапії.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Біофізика за професійним спрямуванням» 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 терапії та реабілітації; фізичних властивостей і характеристик оточуючого середовища.

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

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

1.3. **Компетентності та результати навчання**, формуванню яких сприяє дисципліна (взаємозв'язок з нормативним змістом підготовки здобувачів вищої освіти, сформульованим у термінах результатів навчання у Стандарті вищої освіти).

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

– *інтегральна*:

Здатність вирішувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, пов'язані з фізичною терапією та ерготерапією, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, із застосуванням положень, теорій та методів медико-біологічних, соціальних, психолого-педагогічних наук.

– *загальні*:

- ЗК 01 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК 03 Навички міжособистісної взаємодії.
- ЗК 04 Здатність працювати в команді.
- ЗК 08 Здатність планувати та управляти часом.
- ЗК 11 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК 12 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

- *спеціальні (фахові, предметні)*

- ФК 03 Здатність трактувати патологічні процеси та порушення і застосовувати для їх корекції придатні засоби фізичної терапії, ерготерапії.
- ФК 04 Здатність враховувати медичні, психолого-педагогічні, соціальні аспекти у практиці фізичної терапії, ерготерапії.

Деталізація компетентностей відповідно до дескрипторів НРК у формі «Матриці компетентностей».

Матриця компетентностей

№	Компетентність	Знання	Уміння	Комунікація	Автономія та відповідальність
	Інтегральна компетентність				
	Здатність вирішувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, пов'язані з фізичною терапією та ерготерапією, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, із застосуванням положень, теорій та методів медико-біологічних, соціальних, психолого-педагогічних наук.				
	Загальні компетентності				
1	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.	Знати документи, що регулюють професійну діяльність	Вміти враховувати чинники які впливають на професійну діяльність фізичного терапевта та ерготерапевта.	Здатність обмінюватися інформацією	Бути відповідальним за власні професійні рішення
2	Навички міжособистісної взаємодії.	Знати методи вербального та невербального спілкування з пацієнтами/клієнтами у різних станах, опікунами, членами сім'ї, близькими та усіма учасниками реабілітаційного процесу.	Вміти враховувати чинники, які можуть впливати на ефективність спілкування; спілкуватися професійно та зрозуміло з усіма учасниками реабілітаційного процесу; перевіряти чи пацієнт/клієнт розуміє надану інформацію	Демонструвати навички уважного слухача та уміння правильно поставити запитання; зрозумілою для пацієнта мовою пояснювати його стан.	Бути відповідальним, критично аналізувати свої уміння та удосконалювати навички спілкування.
3	Здатність працювати в команді.	Знати методи ефективного спілкування	Вміти працювати у команді, переконливо доводити свої знання і вміння, не обмежуючи дій інших осіб, дотримуватися меж професійної компетентності.	Здатність обмінюватися знаннями з членами колективу	Бути відповідальним при прийнятті рішень
4	Здатність планувати та управляти часом	Знати основи менеджменту	Вміти планувати час, необхідний в роботі з	Користуватись засобами комунікації	Відповідально застосовувати

			кожним пацієнтом		принципи організаційного управління
5	Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.	Знати методи пошуку навчальних ресурсів та баз даних, принципів форм і методів навчання; мати спеціалізовані концептуальні знання, набуті у процесі навчання.	Вміти оцінювати себе критично; вибирати навчальні ресурси; критично аналізувати існуючу реабілітаційну практику, опираючись на сучасні наукові дані; застосовувати знання на практиці, розв'язувати складні задачі і проблеми, які виникають у професійній діяльності.	Користуватися засобами комунікації; зрозуміло і недвозначно доносити власні висновки, знання та пояснення, що їх обґрунтовують, до фахівців та нефахівців; вивчати досвід колег.	Самостійно вибирати оптимальні навчальні ресурси та впроваджувати сучасні наукові дані у практичну діяльність; відповідати за професійний розвиток, професійно навчатися з високим рівнем автономності.
6	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.	Мати спеціальні концептуальні знання	Вміти розв'язувати складні задачі і проблеми, які виникають у професійній діяльності	Зрозуміле і недвозначне донесення власних висновків, знань	Відповідати за прийняття рішень у складних умовах
	Спеціальні (фахові) компетентності				
1	Здатність трактувати патологічні процеси та порушення і застосовувати для їх корекції придатні засоби фізичної терапії, ерготерапії	Застосування та вплив засобів та методів фізичної терапії, ерготерапії.	Вміти пояснити реакції організму на ушкодження; загальні принципи і механізми процесів погіршення стану здоров'я, відновлення та одужання у контексті практичної діяльності у фізичній терапії, ерготерапії, патологічні	Здатність ефективно формувати комунікаційну стратегію у професійній діяльності.	Нести відповідальність за своєчасне набуття сучасних наукових та практичних знань

			процеси, які піддаються корекції заходами фізичної терапії, ерготерапії.		
2	Здатність враховувати медичні, психологопедагогічні, соціальні аспекти у практиці фізичної терапії, ерготерапії	Знати основи біофізики, фізичної терапії, ерготерапії; взаємозв'язок і взаємовплив фізичної, когнітивної, емоційної, соціальної та культурної сфер.	Вміння інтегрувати знання про патологічні процеси та спричинені ними розлади, що стосуються стану конкретного пацієнта/клієнта.	Встановлювати міждисциплінарні зв'язки для досягнення цілей; спілкуватися вербально та невербально.	Відповідально відноситися до поширення та трактування інформації від фахівців медичної, соціальної, педагогічної, психологічної сфери.

Результати навчання:

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

- ПРН 04. Застосовувати у професійній діяльності знання біологічних, медичних, педагогічних та психосоціальних аспектів фізичної терапії та ерготерапії.
- ПРН 08. Реалізувати індивідуальні програми фізичної терапії, ерготерапії.
- ПРН 15. Проводити інструктаж та навчання клієнтів, членів їх родин, колег і невеликих груп.

Результати навчання для дисципліни. У результаті вивчення «Біофізики за професійним спрямуванням» студент повинен

Знати:

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

Вміти:

- ✓ аналізувати фізичні процеси в організмі, використовуючи фізичні закони і явища;
- ✓ аналізувати механізми взаємодії фізичних чинників зовнішнього середовища з організмом людини;
- ✓ демонструвати здатність вибору методу інструментального дослідження згідно поставленої задачі;
- ✓ демонструвати навички роботи з медичною апаратурою, що застосовується для медичної візуалізації та терапії, зокрема ультразвукової діагностики, електрокардіографії, реографії, аудіометрії, приладах для фізіотерапії, оптичних та квантово-механічних приладах і системах, приладах радіометричного та дозиметричного контролю;
- ✓ пояснити принцип роботи медичного обладнання.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 3 кредити ЄКТС 90 годин. Програма структурована у два розділи:

Розділ 1. Біофізика біологічних систем

Розділ 1. Біофізика біологічних систем

Тема 1. Біотермодинаміка. 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.

Предмет та методи біофізики, зв'язок з іншими науками. Основні розділи біофізики. Сучасна медична біофізика (новітні напрямки досліджень).

Термодинаміка рівноважних станів. Основні поняття термодинаміки. Перший закон термодинаміки. Основні види робіт, які здійснюються в живому організмі. Ентальпія. Закон Гесса. Калориметрія. Другий закон термодинаміки. Термодинамічні потенціали. Зміна стандартної вільної енергії. Хімічний потенціал. Електрохімічний потенціал. Термодинаміка біологічних процесів. Температурний гомеостаз, хімічна і фізична терморегуляція.

Міжмолекулярна взаємодія у біополімерах (ковалентна взаємодія, електростатична і дисперсійна взаємодія, гідрофобна взаємодія, водневий зв'язок). Біофізика білків. Ферментний каталіз. Біофізика нуклеїнових кислот. Дифузія. Осмотичний і онкотичний тиск. Основні біофізичні методи дослідження біополімерів. Електрофорез. Ультрацентрифугування. Рентгеноструктурний аналіз.

Тема 2. Біофізика 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;
- ✓ трактувати рівняння Фіка, коефіцієнт проникності мембрани, швидкість дифузії, рівняння Нернста-Планка, електрохімічний потенціал, рівняння Теорелла;
- ✓ аналізувати молекулярну організацію активного транспорту на прикладі роботи Na^+ , K-помпи;
- ✓ пояснювати іонну природу мембранного потенціалу спокою (рівноважний потенціал Нернста, дифузійний потенціал, потенціал Доннана, стаціонарний потенціал Гольдмана-Ходжкіна-Катца);
- ✓ пояснювати механізм виникнення потенціалу дії, швидкість та особливості його поширення в аксонах.

Структурні елементи біологічних мембран. Фізичні властивості біомембран. Рідкокристалічний стан біомембран. Динамічні властивості мембран. Види градієнтів. Пасивний транспорт речовин крізь мембранні структури: дифузія, осмос,

фільтрація. Рівняння Фіка. Коефіцієнти проникності мембрани для певної речовини. Рівняння Нернста-Планка. Електрохімічний потенціал. Рівняння Теорелла. Первинно- і вторинно активний транспорт. Йонні насоси та обмінники. Молекулярна організація активного транспорту на прикладі роботи Na^+ , K^+ -помпи. Везикулярний транспорт.

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

Потенціал дії. Йонні механізми виникнення потенціалу дії. Поширення потенціалу дії у нервових волокнах. Локальні потенціали. Кабельна теорія. Еквівалентна електрична схема ділянки збудливої мембрани. Феноменологічні рівняння Ходжкіна-Хакслі. Загальні принципи функціонування йонних каналів. Натрієві канали. Калієві канали. Кальцієві канали. Аніонні канали. Ворітні струми потенціалкерованих йонних каналів. Поняття про каналопатії.

Тема 2. Основи біомеханіки і біореології. Біофізика системи кровообігу та зовнішнього дихання

Конкретні цілі:

- ✓ трактувати основні фізичні поняття та закони біомеханіки, біореології та гемодинаміки;
- ✓ 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.

Елементи біомеханіки. Опорно-руховий апарат людини. Динамічна і статистична робота людини при різних видах її діяльності. Ергометрія. Методи і прилади для вимірювання біомеханічних характеристик. Механічні властивості біологічних тканин. Закон Гука. Модуль Юнга і коефіцієнт Пуассона. Текучість і релаксація напруги.

Біофізика м'язового скорочення. Скорочення м'яза. Рівняння Хілла. Потужність одинарного скорочення. Біофізика гладких м'язів. Біомеханіка й енергетика серцевого м'яза.

Основи біореології. Внутрішнє тертя, в'язкість. Формула Ньютона для сили внутрішнього тертя. Ньютонівські та неньютонівські рідини. Методи та прилади для вимірювання в'язкості. Реологічні властивості крові. В'язкість крові та її використання у діагностиці захворювань.

Поверхневий натяг. Коефіцієнт поверхневого натягу. Методи його визначення. Поверхневі явища в організмі людини. Газова емболія.

Ламінарна та турбулентна текучість рідини. Число Рейнольдса. Основні поняття гемодинаміки. Стаціонарний плин рідин. Рівняння неперервності та рівняння Бернуллі. Лінійна та об'ємна швидкості. Плин в'язких рідин. Формули Пуазейля і Гагена-Пуазейля. Гідравлічний опір. Біофізика кровообігу. Робота та потужність серця. Методи вимірювання тиску крові та швидкості кровоплину. Пульсова хвиля. Основні показники гемодинаміки.

Біофізика дихання. Біомеханіка вдиху та видиху. Розтяжність легень. Опір диханню. Робота дихання. Газообмін. Спірометрія. Пневмотахографія.

Тема 4. Біофізика сенсорних систем

Конкретні цілі:

- ✓ трактувати основні фізичні поняття та закони біоакустики;
- ✓ пояснювати фізичні основи аудіометрії;
- ✓ демонструвати навички роботи з аудіометром;
- ✓ пояснювати фізичні та біофізичні характеристики ока людини та механізми фоторецепції.

Загальні характеристики та принципи функціонування сенсорної системи. Методи дослідження сенсорних систем. Властивості сенсорних рецепторів. Різновиди рецепторів та відчуттів. Класифікація сенсорних рецепторів і органів чуття. Основні біофізичні властивості сенсорних систем і рецепторів. Біофізичні механізми перетворення сигналів у сенсорних рецепторах.

Основні характеристики механічних коливань і хвиль. Механізм поширення акустичних хвиль. 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. Слухові процеси у зовнішньому, середньому та внутрішньому вусі. Узгодження імпендансів. Кодування інформації в слуховому аналізаторі. Механотрансдукція у волоскових клітинах. Фізичні основи аудіометрії. Аудіограма та криві однакової гучності. Біофізичні основи голосу.

Рефракція ока в нормі і патології. Акомодація. Аберация. Дифракція. Роздільна здатність ока. Кут зору. Денне та сутінкове бачення. Чутливість ока. Вади зору та їх корекція. Сприйняття кольорів. Просторове бачення. Молекулярний механізм зорової рецепції. Процеси трансдукції у фоторецепторах сітківки.

Біофізичні особливості сприйняття нюху, смаку та дотику. Структура рецепторних молекул. Механізм трансдукції у нюхових нейронах та волоскових клітинах.

Розділ 2. Дія фізичних чинників на живий організм. Фізичні основи методів медичної візуалізації та терапії

Тема 5. Вплив механічних чинників на живий організм. Основи медичної апаратури. Фізичні принципи ультразвукової діагностики

Конкретні цілі:

- ✓ класифікувати механічні коливання і хвилі;
- ✓ пояснювати біофізичні механізми дії ультразвуку та інфразвуку на організм людини та пояснювати механізми, що лежать в основі використання ультразвуку в медицині;
- ✓ пояснювати фізичні принципи ультрасонографії;
- ✓ класифікувати електронну медичну апаратуру, що застосовується в діагностиці, електростимуляції та фізіотерапії.

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

Ультразвук та інфразвук. Джерела та детектори ультразвуку й інфразвуку. Особливості поширення та біофізичні основи дії ультразвуку на біологічні тканини. Використання ультразвуку в медицині. Літотрипсія. Фізичні принципи ультразвукової діагностики. Ефект Доплера. Доплерографія. Дія інфразвуку та вібрацій на тіло людини.

Тема 5. Електромагнітні явища в біології та медицині

Конкретні цілі:

- ✓ трактувати 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;
- ✓ пояснювати механізм дії магнітного 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;
- ✓ робити висновки про біофізичні механізми взаємодії електричного і магнітного полів з біологічними тканинами.

Поняття про електрографію органів і тканин. Фізичні та біофізичні основи електрокардіографії. Теорія Ейнтховена. Електричний та струмовий диполь. Відведення. Механізми виникнення зубців. Компоненти нормальної

електрокардіограми. Векторелектрокардіографія. Електрична вісь серця. Фізичні та біофізичні основи електроенцефалографії.

Фізичні та біофізичні основи реографії. Зв'язок деформації кровоносних судин із зміною їх електричного опору. Векторні діаграми та імпеданс. Коефіцієнт дисперсії імпедансу.

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). Механізм дії імпульсних струмів на біотканини. Електростимуляція органів і тканин. Кардіостимулятори. Дефібрилятори.

Магнітне поле та його характеристики. Закон Біо-Савара-Лапласа. Магнітні властивості речовин. Фізичні основи магнітобіології. Електромагнітні коливання і хвилі у біологічних середовищах. Струми зміщення. 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).

Тема 6. Квантово-оптичні явища в біології та медицині

Конкретні цілі:

- ✓ пояснювати фізичні основи явищ поглинання, розсіювання, дисперсії та поляризації світла;
- ✓ трактувати фізичні механізми, що лежать в основі рефрактометрії, фотоколориметрії, нефелометрії та поляриметрії;
- ✓ демонструвати навички роботи з колориметром, рефрактометром і сахариметром;
- ✓ пояснювати механізми дії електромагнітного випромінювання ультрафіолетового, видимого та інфрачервоного діапазонів на живий організм;
- ✓ пояснювати основні закони теплового випромінювання тіл;
- ✓ трактувати теплове випромінювання тіла людини та фізичні основи методу термографії;
- ✓ трактувати основні поняття квантової механіки;
- ✓ пояснювати квантово-механічну модель атома водню (енергетичні стани, квантові числа, принцип Паулі);
- ✓ трактувати фізичні механізми, що лежать в основі вимірювання розмірів мікрооб'єктів за допомогою електронного мікроскопа;

- ✓ порівнювати відповідні характеристики оптичного та електронного мікроскопів;
- ✓ трактувати 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 механізми дії лазерного випромінювання на біологічні тканини;
- ✓ пояснювати основи застосування квантово-механічних резонансних методів в медицині.

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

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

Поглинання світла. Закон Бугера. Поглинання світла розчинами, закон Бугера-Ламберта-Бера. Фотоколориметрія. Оптичні властивості біологічних тканин.

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

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

Елементи фотобіології. Основні види і стадії фотобіологічних процесів. Електронні переходи в атомах і молекулах. Фотохімічні реакції. Механізм біологічної дії електромагнітного випромінювання ультрафіолетового, видимого та інфрачервоного діапазонів на живий організм. Застосування нейонізуючого випромінювання у медицині. Фотомедицина.

Теплове випромінювання тіл, його характеристики. Закон Кірхгофа. Закони випромінювання абсолютно чорного тіла: закон випромінювання Планка, закон Стефана-Больцмана, закон зміщення Віна. Теплове випромінювання тіла людини. Діагностичні методики: термоскопія, термометрія, термографія.

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

Люмінесценція. Види люмінесценції, основні закономірності, властивості. Закон Стокса. Біолюмінесценція. Хемілюмінесценція та її діагностичне значення. Фотолюмінесценція (флуоресценція і фосфоресценція).

Явище фотоефекту. 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. Взаємодія лазерного випромінювання з біотканинами.

Резонансні методи квантової механіки. Ядерний магнітний резонанс, електронний парамагнітний резонанс, їх застосування в медицині. Магнітно-резонансна томографія.

Тема 7. Радіаційна біофізика. Фізичні основи променевої діагностики та променевої терапії

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 йонізуючого випромінювання з біологічними об'єктами, робити висновки щодо шляхів захисту від дії йонізуючого випромінювання.

Рентгенівське випромінювання. Спектр та характеристики. Первинні механізми взаємодії рентгенівського випромінювання з речовиною. Закон послаблення і захист від рентгенівського випромінювання. Взаємодія рентгенівського випромінювання з біологічними тканинами. Біомедичне застосування рентгенівського випромінювання (рентгенівська терапія, рентгенівська томографія тощо)

Радіоактивність, основні види і властивості. Закон радіоактивного розпаду. Період напіврозпаду. Активність, одиниці активності. Біологічна дія йонізуючого випромінювання: первинні фізико-хімічні процеси. Пряма та непряма дія йонізуючого випромінювання. Модифікація радіобіологічних ефектів. Діагностичне і лікувальне застосування радіонуклідів. Захист від дії йонізуючого випромінювання. Радіопротектори та радіосенсибілізатори. Фізичні та біофізичні проблеми, пов'язані з аварією на Чорнобильській АЕС: віддалені ефекти.

Природний фон радіоактивності. Дозиметрія йонізуючого випромінювання. Експозиційна та поглинена дози. Еквівалентна біологічна доза. Потужність доз. Лінійна передача енергії. Відносна біологічна ефективність. Детектори йонізуючого випромінювання.

3. Структура навчальної дисципліни

Тема	Лекції	Практичні заняття	СРС	Індивідуальна робота
Розділ 1. Біофізика біологічних систем				
Тема 1. Біотермодинаміка. Елементи молекулярної біофізики	0	0	9	
Тема 2. Біофізика мембранних процесів.	2	2		
Тема 3. Основи біомеханіки і біореології. Біофізика системи кровообігу та зовнішнього дихання.	2	6	10	
Тема 4. Біофізика сенсорних систем.	0	4	10	
Разом за розділом 1	4	12	29	–
Розділ 2. Дія фізичних чинників на живий організм. Фізичні основи методів медичної візуалізації та терапії				
Тема 5. Вплив механічних чинників на живий організм. Основи медичної апаратури. Фізичні принципи ультразвукової діагностики.			3	–
Тема 6. Електромагнітні явища в біології та медицині.	2	4	4	
Тема 7. Квантово-оптичні явища в біології та медицині.	2	2	14	
Тема 8. Радіаційна біофізика. Фізичні основи променевої діагностики та променевої терапії.	2	2	10	
Разом за розділом 2	6	8	31	–
Усього годин 90 / 3 кредити ЕКТС	10	20	60	–
Підсумковий контроль				Залік

4. Тематичний план лекцій

№ з.п	ТЕМА	Кількість годин
1.	Клітинні мембрани. Мембранний транспорт. Біоелектричні потенціали.	2
2.	Елементи біомеханіки. Біофізичні основи біореології та гемодинаміки.	2
3.	Фізичні принципи електрокардіографії та реографії. Вплив електричного та магнітного поля на живий організм.	2
4.	Застосування лазерного та теплового випромінювання в медицині.	2
5.	Вплив йонізуючого випромінювання на живий організм. Фізичні основи променевої діагностики та променевої терапії.	2
	Всього	10

5. Тематичний план лабораторно-практичних занять

№ з.п.	ТЕМА	Кількість годин
1.	Основи біофізики мембранних процесів. Мембранний транспорт. Біоелектричні потенціали.	2
2.	Основи біомеханіки. Біомеханічні властивості тканин.	2
3.	Біофізика м'язового скорочення.	2
4.	Основи біореології. Біофізика системи кровообігу.	2
5.	Біофізика слуху. Звукові методи діагностики.	2
6.	Біофізика органу зору.	2
7.	Фізичні основи електрографії тканин та органів. Електрокардіографія.	2
8.	Дія електричного струму на організм людини. Фізичні основи методів гальванізації, електрофорезу і реографії. Дія змінного електричного та магнітного поля високої, ультрависокої та надвисокої частот на біологічні об'єкти.	2
9.	Теплове випромінювання. Індуковане випромінювання. Їх застосування у медицині.	2
10.	Йонізуюче випромінювання. Вплив йонізуючого випромінювання на живий організм.	2
	Всього	20

6. Тематичний план самостійної роботи

№ з.п	ТЕМА	Кількість годин	Вид контролю
1.	Організм як відкрита термодинамічна система.	5	Поточний контроль на практичних заня ттях
2.	Елементи молекулярної біофізики.	4	
3.	Статика. Опорно-рухова система людини.	5	
4.	Біофізика гладких м'язів. Біомеханіка й енергетика серцевого м'яза.	5	
5.	Біофізичні основи голосу.	5	
6.	Біофізичні особливості сприйняття нюху, смаку та дотику.	5	
7.	Основи медичної апаратури.	3	
8.	Біомагнетизм. Фізичні основи використання магнітних полів у медицині.	4	
9.	Закони геометричної оптики. Рефрактометрія.	2	
10.	Оптична мікроскопія, види мікроскопів та їх характеристика.	2	
11.	Електронна мікроскопія.	2	
12.	Колориметрія. Поляриметрія.	2	
13.	Фотобіологічні процеси. Фотомедицина.	2	
14.	Явище фотоефекту та люмінесценції. Застосування люмінісценції в медицині.	4	
15.	Лазерні апарати: правила безпечної експлуатації. Біологічні ефекти впливу лазерного випромінювання на тканини організму.	2	
16.	Рентгенівська візуалізація, джерела рентгенівського випромінювання. Рентгенографія. Мамографія. Ангіографія. Комп'ютерна томографія. Формати збереження та засоби аналізу зображень.	4	
17.	Методи радіоізотопної медицини. Радіонуклідна діагностика. Позитронно-емісійна томографія.	2	
18.	Ядерна безпека. Захист від дії йонізуючого випромінювання.	2	
Всього		60	

7. Індивідуальні завдання не передбачено навчальним планом.

8. Методи навчання:

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

9. Методи контролю.

Види контролю:

- ✓ Поточний контроль здійснюється на основі контролю теоретичних знань, навичок і вмінь на практичних заняттях. Самостійна робота студента оцінюється на практичних заняттях і є складовою підсумкової оцінки студента.
- ✓ Підсумковий контроль проводиться у формі заліку. Це форма підсумкового контролю, що полягає в оцінці засвоєння студентом навчального матеріалу виключно на підставі результатів виконання ним певних видів робіт на практичних, семінарських або лабораторних заняттях.

Оцінювання **поточної успішності студентів** здійснюється на кожному практичному (лабораторному) занятті за 4-бальною шкалою і заноситься в журнал обліку академічної успішності. Знання студентів оцінюються як з теоретичної, так і з практичної підготовки за такими **критеріями**:

– 5/«відмінно» – студент бездоганно засвоїв теоретичний матеріал, демонструє глибокі і всебічні знання відповідної теми або навчальної дисципліни, основні положення наукових першоджерел та рекомендованої літератури, логічно мислить і будує відповідь, вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу, висловлює своє ставлення до тих чи інших проблем, демонструє високий рівень засвоєння практичних навичок;

– 4/«добре» – студент добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури, аргументовано викладає його; володіє практичними навичками, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при виконанні практичних навичок;

– 3/«задовільно» – студент в основному опанував теоретичними знаннями навчальної теми або дисципліни, орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, плутає поняття, додаткові питання викликають у студента невпевненість або відсутність стабільних знань; відповідаючи на запитання практичного характеру, виявляє неточності у знаннях, не вміє оцінювати факти та явища, пов'язувати їх із майбутньою діяльністю, припускається помилок при виконанні практичних навичок;

– 2/«незадовільно» – студент не опанував навчальний матеріал теми (дисципліни), не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, відсутні наукове мислення, практичні навички не сформовані.

10. Поточний контроль здійснюється під час проведення навчальних занять і має на меті перевірку засвоєння студентами навчального матеріалу.

Формами поточного контролю є:

- 1) усне опитування (фронтальне, індивідуальне, комбіноване);
- 2) практична перевірка сформованих професійних вмінь;
- 3) тестовий контроль (відкриті та закриті тестові завдання).

10.1. Оцінювання поточної навчальної діяльності. Під час оцінювання засвоєння кожної теми за поточну навчальну діяльність студенту виставляються оцінки за 4-ри бальною (національною) шкалою. При цьому враховуються усі види робіт, передбачені програмою дисципліни. Поточний контроль результатів виконання завдань самостійної роботи здійснюється під час поточного контролю теми на відповідному занятті. Студент має отримати оцінку з кожної теми для подальшої конвертації оцінок у бали за 200-бальною шкалою.

11. Форма підсумкового контролю успішності навчання відповідно до навчального плану – залік.

Залік з дисципліни проводиться після закінчення її вивчення, до початку екзаменаційної сесії. Залік виставляють викладачі, які проводили практичні та інші заняття в навчальній групі. Семестровий залік не передбачає обов'язкову присутність студентів.

12. Схема нарахування та розподіл балів, які отримують студенти:

Максимальна кількість балів, яку може набрати студент за поточну навчальну діяльність для допуску до іспиту становить 120 балів.

Мінімальна кількість балів, яку повинен набрати студент за поточну навчальну діяльність для допуску до іспиту 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:

$$x = \frac{CA \times 200}{5}.$$

Перерахунок середньої оцінки за поточну діяльність у багатобальну шкалу для дисциплін, що завершуються заліком

4- бальна шкала	200- бальна шкала
5	200

4- бальна шкала	200- бальна шкала
4.45	178

4- бальна шкала	200- бальна шкала
3.92	157

4- бальна шкала	200- бальна шкала
3.37	135

4.97	199	4.42	177	3.89	156	3.35	134
4.95	198	4.4	176	3.87	155	3.32	133
4.92	197	4.37	175	3.84	154	3.3	132
4.9	196	4.35	174	3.82	153	3.27	131
4.87	195	4.32	173	3.79	152	3.25	130
4.85	194	4.3	172	3.77	151	3.22	129
4.82	193	4.27	171	3.74	150	3.2	128
4.8	192	4.24	170	3.72	149	3.17	127
4.77	191	4.22	169	3.7	148	3.15	126
4.75	190	4.19	168	3.67	147	3.12	125
4.72	189	4.17	167	3.65	146	3.1	124
4.7	188	4.14	166	3.62	145	3.07	123
4.67	187	4.12	165	3.57	143	3.02	121
4.65	186	4.09	164	3.55	142	3	120
4.62	185	4.07	163	3.52	141	Менше 3	Недостатньо
4.6	184	4.04	162	3.5	140		
4.57	183	4.02	161	3.47	139		
4.52	181	3.99	160	3.45	138		
4.5	180	3.97	159	3.42	137		
4.47	179	3.94	158	3.4	136		

Самостійна робота студентів оцінюється під час поточного контролю теми на відповідному занятті.

Семестровий залік студенти отримують, якщо середній бал з оцінок за поточну успішність впродовж семестру становить не менше «3» (120 балів за 200- бальною шкалою).

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

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

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 „Е”.

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

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

Оцінка ECTS у традиційну шкалу не конвертується, оскільки шкала ECTS та чотирибальна шкала незалежні. Об’єктивність оцінювання навчальної діяльності студентів перевіряється статистичними методами (коефіцієнт кореляції між оцінкою ECTS та оцінкою за національною шкалою).

13. Методичне забезпечення:

- Навчальна програма дисципліни.
- Тези лекцій з дисципліни.
- Мультимедійні презентації лекцій.
- Відеоконтент лекцій, розміщений на платформі дистанційного навчання.
- Методичні рекомендації та розробки для викладача.
- Методичні рекомендації до практичних занять для студентів.
- Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів.
- Тестові та контрольні завдання до практичних занять.

14. Рекомендована література

Основна:

1. Біофізика. Фізичні методи аналізу та метрологія: підручник / Е.І. Личковський, В.О. Тіманюк, О.В. Чалий [та ін.]; за ред. Е.І. Личковського, В.О. Тіманюка. – Вінниця: Нова Книга, 2014. – 464 с.
2. Ємчик Л.Ф. Основи біологічної фізики і медична апаратура: підруч. для студ. вищ. мед. навч. закладів I-III р. акред. / Л.Ф. Ємчик. - 2-ге вид., виправлене. – К.: ВСВ"Медицина", 2014. – 392 с.
3. Медична і біологічна фізика: підручник / Личковський Е.І., Пайкуш М.А., Вісьтак М.В., Фафула Р.В. Львів: «Новий Світ – 2000», 2021. – 319 с.
4. Медична та біологічна фізика: нац. підручник для студ. вищ. мед. (фарм.) навч.

заклад. III-IV р. акред. / за ред. О.В. Чалого. – 2-ге вид. – Вінниця: Нова Книга, 2017. – 528 с.

5. Медична та біологічна фізика: підручник для студентів медичних ВНЗ / В.Г. Кнігавко, О.В. Зайцева, М.А. Бондаренко [та ін.]; за ред. В.Г.Кнігавка. – Харків: ХНМУ, 2013. – 364 с.

Допоміжна:

1. Зима В. Л. Біофізика. Збірник задач / Зима В.Л. - К.: Вища шк., 2001.– 124 с.
2. Костюк П.Г. Біофізика / П.Г. Костюк, В.Л. Зима, І.С. Магура, М.С. Мірошніченко, М.Ф. Шуба. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2008. – 567 с.
3. Лопушанський Я. Й. Збірник задач і питань з медичної і біологічної фізики: навч. посібник / Я.Й. Лопушанський. – Вінниця: Нова Книга, 2010. – 584 с.
4. Сливко Е.І., Мельнікова О.З., Іванченко О.З., Біляк Н.С. Медична і біологічна фізика: навч. посіб. для студ. спец. 222 «Медицина». – Запоріжжя, 2018. – 291 с.
5. Cotterill R. Biophysics. An introduction. J. Wiley & Sons, 2002. – 396 p.
6. Davidovits P. Physics in biology and medicine. 5-th ed. – Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2019. – 377 p.
7. Glaser R. Biophysics an introduction. 2-nd ed. – Berlin: Springer, 2012. – 407 p.
8. Herman I.P. Physics of the Human Body. – Springer, 2008. – 860 p.
9. Hobie R.K., Roth B.J. Intermediate Physics for Medicine and Biology / R.K. Hobie, B.J. Roth. – Springer, 2007. – 616 p.
10. Newman J. Physics of the Life Sciences. – Springer, 2008. – 718 p.

15. Інформаційні ресурси

1. <http://misa.meduniv.lviv.ua/>
2. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> (Електронна база даних медичних і біологічних публікацій англійською мовою)
3. <http://iompr.org/> (Міжнародна організація медичної фізики)
4. <http://aapm.org/default.asp> (Сайт американської асоціації фізиків в медицині)
5. <http://scitation.aip.org/content/aapm/journal/medphys> (Журнал «Medical Physics»)
6. <https://www.biophysics.org/> (Biophysical Society)
7. <https://physicsworld.com/c/medical-physics> (Інформаційні ресурси з медичної фізики)
8. <https://physicsworld.com/c/biophysics-bioengineering/> (Інформаційні ресурси з біофізики і біоінженерії)
9. <http://www.nbuv.gov.ua/> (Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського)