

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ФІЗІОЛОГІЇ ТА БІОФІЗИКИ

Дурсевич



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи

Едуард БУРЯЧКІВСЬКИЙ

01 вересня 2024 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА З ДИСЦИПЛІНИ
БІОЛОГІЧНА ФІЗИКА З МЕДИЧНОЮ ІНФОРМАТИКОЮ**

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Галузь знань: 22 «Охорона здоров'я»

Спеціальність: 221 «Стоматологія»

Освітньо-професійна програма: Стоматологія

2024

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Стоматологія» підготовки фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти зі спеціальності 221 «Стоматологія» галузі знань 22 «Охорона здоров'я», ухваленою Вченою Радою ОНМедУ (протокол № 10 від 27 червня 2024 року).

Розробники:

З. д.н.т. України, д.мед.н., професор Леонід ГОДЛЕВСЬКИЙ

Магістр фізики., старший викладач Сергій МАРЧЕНКО

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізіології та біофізики
Протокол № 1 від «26» серпня 2024 р.

Завідувач кафедри _____ Леонід ГОДЛЕВСЬКИЙ

Погоджено із гарантом ОПП _____ Анатолій ГУЛЮК

Схвалено предметною цикловою методичною комісією з медико-біологічних дисциплін ОНМедУ

Протокол № 1 від «28» серпня 2024 р.

Голова предметної циклової методичної комісії з медико-біологічних дисциплін ОНМедУ _____ Леонід ГОДЛЕВСЬКИЙ

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри _____

Протокол № ____ від “ ____ ” _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри _____

Протокол № ____ від “ ____ ” _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

1. Опис навчальної дисципліни:

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	Денна форма навчання	
Загальна кількість: Кредитів – 4 Годин – 120	Обов'язкова	
	Рік підготовки	1
	Семестр	I
	Лекції	16 годин
	Практичні	28 годин
	Самостійна робота	56 годин
	У т.ч. індивідуальні завдання	0
	Форма підсумкового контролю	Поточний, залік

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: Формування у здобувачів вищої освіти системи знань про базові фізичні принципи та підходи до дослідження процесів у живій природі, фізико-технічні принципи функціонування медичних і технічних пристроїв, які застосовуються в практичній медицині, використання математичних методів у біомедичних дослідженнях, які складають основу предметних компетентностей з медичної та біологічної фізики і є невід'ємною складовою професійної компетентності майбутнього лікаря та фахівця галузі охорони здоров'я, а також підґрунтям для вивчення фахово-орієнтованих природничих та клінічних дисциплін у вищих медичних навчальних закладах України.

Завдання:

1. Застосувати науково-професійні знання; формулювати ідеї, концепції з метою використання в роботі освітнього та наукового спрямування.
2. Демонструвати знання методології дослідження в цілому і методів певної сфери наукових інтересів, зокрема.
3. Інтерпретувати та аналізувати інформацію, коректно оцінювати нові й складні явища та проблеми з науковою точністю критично, самостійно і творчо.
4. Виявляти невирішені проблеми у предметній області медицини та визначати шляхи їх вирішення.
5. Формулювати наукові гіпотези, мету і завдання наукового дослідження.
6. Виконувати та вдосконалювати сучасні методики дослідження за обраним напрямом наукового проекту та освітньої діяльності.
7. Використовувати результати наукових досліджень в медичній та фармацевтичній практиці, освітньому процесі та суспільстві.
8. Представляти результати наукових досліджень в усній і письмовій формах у науковому співтоваристві і суспільстві в цілому, відповідно до національних та міжнародних стандартів.
9. Управляти роботою колективу, колег, міждисциплінарної команди.
10. Використовувати етичні принципи в роботі з пацієнтами, лабораторними тваринами, дотримуватися наукової етики.
11. Демонструвати академічну доброчесність та діяти відповідально щодо достовірності отриманих наукових результатів.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних компетентностей:

- ІК – Здатність розв'язувати типові та складні спеціалізовані задачі і проблеми в галузі охорони здоров'я за спеціальністю «Стоматологія», у професійній діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується комплексністю та невизначеністю умов та вимог.
- ЗК1 – Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК6 – Навички використання інформаційних комунікаційних технологій.
- ЗК7 – Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК12 – Прагнення до збереження навколишнього середовища.
- СК2 – Спроможність інтерпретувати результат лабораторних та інструментальних досліджень.

Очікувані результати навчання. У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен:

Знати:

- загальні фізичні та біофізичні закономірності, що лежать в основі процесів, які відбуваються в організмі людини;
- основи математичної обробки медико-біологічних даних;
- характеристики фізичних зовнішніх факторів, що впливають на організм людини, та біофізичні механізми цих впливів;
- фізичні та біофізичні основи медичного матеріалознавства;
- призначення та принципи роботи електронної медичної апаратури, техніку безпеки при роботі з нею.

Вміти:

- проводити математичну і комп'ютерну обробку медико-біологічної інформації;
- користуватися медичною апаратурою, що застосовується у медицині, діагностиці, електростимуляції та фізіотерапії (зокрема, в електрокардіографії, реографії, імпеданс-плетизмографії, аудіометрії, оптичних та квантово-механічних приладах і системах, приладах радіометричного та дозиметричного контролю).
- виконувати розрахунки погрешностей при обробці медико-біологічних даних;
- проводити вимірювання проникності і біоелектричних потенціалів модельних мембран;
- вимірювати опір біотканин постійному і змінному струму;
- проводити вимірювання щільності рідини за допомогою рефрактометра;
- визначати оптичну активність розчинів за допомогою поляриметра;
- уміти аналізувати характер дії іонізуючого випромінювання на біотканини.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Основи теорії ймовірності. Ймовірнісні процеси у медицині та біології.

Випадкові події, їх відносна частота та ймовірність. Складання і множення ймовірності подій, обчислення повної ймовірності. Теорема Байєса. Випадкові величини: дискретні і безперервні. Використання статистичних методів для аналізу медичних даних. Комп'ютерна симуляція стохастичних процесів в епідеміології. Обробка та аналіз великих наборів медичних даних. Застосування теореми Байєса для діагностики захворювань. Комп'ютерні алгоритми для розрахунку складеної ймовірності подій у медичних дослідженнях. Використання дискретних та безперервних випадкових величин у біомедичних дослідженнях. Прогнозування розвитку хвороб на основі статистичних моделей. Машинне навчання в аналізі медичних зображень на основі ймовірнісних математичних моделей.

Тема 2. Обробка даних. Обробка медико-біологічних результатів спостережень та експериментів.

Розподіл, ряд розподілу і багатокутний розподіли дискретної випадкової величини. Функція розподілу і її графік. Заходи положення центру розподілу. Заходи варіабельності значень випадкової величини. Щільність розподілу, крива розподілу безперервної випадкової величини. Поняття статистичного оцінювання. Перевірка вибірки на однорідність. Довірчий інтервал для математичного очікування генеральної сукупності. Оцінка випадкових погрішностей прямих вимірювань. Перевірка гіпотез про рівність параметрів незалежних нормальних сукупностей випадкових величин. Оцінка випадкових погрішностей непрямих вимірювань. Облік приладової похибки. Правила дії над наближеними числами. Використання програмних засобів для автоматизації обробки статистичних даних. Алгоритми класифікації для аналізу медико-біологічних даних. Застосування машинного навчання для прогнозування випадкових подій у медичних дослідженнях. Автоматизований аналіз довірчих інтервалів та їх візуалізація. Комп'ютерна обробка даних для перевірки гіпотез про рівність параметрів. Використання алгоритмів оптимізації для мінімізації випадкових погрішностей прямих та непрямих вимірювань. Програмна реалізація методів обліку приладової похибки. Застосування технік Data Mining для аналізу варіабельності значень випадкової величини. Комп'ютерна автоматизація для обробки розподілів та їх графічного представлення.

Тема 3. Механіка біосистем

Механіка. Поступальний і обертальний рух. Кінематика обертального руху. Кінематичні характеристики поступального і обертального руху і зв'язок між ними: лінійна і кутова швидкість, лінійне і кутове прискорення. Тангенціальне і нормальне прискорення. Інерційні властивості тіл в поступальному і обертальному русі. Момент інерції матеріальної крапки і твердого тіла. Момент сили. Динаміка обертального руху. Основне рівняння обертального руху. Момент імпульсу. Закон збереження моменту імпульсу. Робота і кінетична енергія при обертальному русі. Центрифугування. Елементи біомеханіки. Коливання, їх різновиди: вільні, вимушені, параметричні і автоколивання. Основні поняття теорії коливань. Незгасаючі коливання. Диференціальне рівняння вільних незгасаючих коливань і його розв'язок. Параметри коливання. Швидкість і прискорення. Енергія коливань. Додавання гармонічних коливань однакової частоти. Диференціальне рівняння затухаючих коливань і його розв'язок. Амплітуда, частота, енергія затухаючих коливань. Диференціальне рівняння вимушених коливань і його рішення часті. Резонанс. Комп'ютерна моделювання механічних систем в біології і медицині. Використання алгоритмів для аналізу біосистем. Використання комп'ютерних методів для аналізу резонансних явищ у біосистемах. Застосування машинного навчання для прогнозування механічних властивостей тканин та органів. Комп'ютерний аналіз центрифугування в біомедичних дослідженнях. Симуляція динамічних біосистем систем Застосування технік Data Mining для аналізу біосистем.

Тема 4. Механічні хвилі. Акустика. Фізика слуху.

Хвильовий рух. Механічні хвилі. Види хвиль. Швидкість їх розповсюдження. Гармонічна хвиля, її основні характеристики. Швидкість розповсюдження хвиль, довжина хвилі, період. Типи хвиль і умови їх збудження. Енергія і імпульс хвилі. Хвилеве рівняння і його рішення (плоска і сферична хвилі) Енергетичні характеристики хвилі. Рівняння Умова. Ударні хвилі. Ефект Доплера і його використання в медицині. Природа і види звуку. Фізичні характеристики звуку. Характеристики слухового сприйняття. Закон Вебера-Фехнера. Звукові вимірювання. Аудиометрія. Ультразвук і його застосування в медицині. Інфразвук. Вібрації і їх застосування в медицині. Алгоритми для обробки і аналізу даних ультразвукових досліджень. Використання машинного навчання для розпізнавання характеристик хвиль в аудіометричних даних. Програмне забезпечення для моделювання ефекту Доплера в медичних застосуваннях. Автоматизовані методи аналізу енергетичних характеристик хвиль. Комп'ютерний аналіз даних з вібраційної терапії. Цифрова обробка сигналів для вимірювання фізичних характеристик звуку та інфразвуку.

Тема 5. Механічні властивості твердих тіл і біотканин, механічні моделі кістки.

Рідини і тверді тіла. Реологія. Механічна напруга і його складові. Пружність і пластичність. Види деформацій і їх характеристики. Пружні деформації. Механічні властивості твердих тіл. Закон Гука. Межа пружності. Залишкові деформації. Межі текучості і міцності. Релаксація напруги. В'язкопружні оборотні деформації. Алгоритми для визначення реологічних параметрів біологічних тканин. Використання методів елементів скінченних для аналізу деформацій. Програмне забезпечення для вимірювання і аналізу механічних напруг. Автоматизація обробки даних для визначення меж пружності та текучості. Комп'ютерний аналіз залишкових деформацій в кістковій тканині. Цифровий методи для вивчення в'язкопружних оборотних деформацій. Застосування машинного навчання для прогнозування релаксації напруги. Комп'ютерний аналіз даних для визначення механічних характеристик твердих тіл і біотканин. Автоматизовані системи для тестування міцності матеріалів на основі закону Гука для стоматології.

Тема 6. Біореологія. Біомеханіка роботи серця.

Механічні властивості рідин. Динамічна і кінематична в'язкості рідин. Формула Ньютона. Ньютонівські і неньютонівські рідини. Перебіг в'язкої рідини. Перебіг ламінарії і турбулентній. Число Рейнольдса. Течія в'язких рідин по трубам. Формула Пуазейля. Рух тіл у в'язких рідинах. Закон Стоксу. Методи визначення динамічної в'язкості. Основи гемодінаміки. Моделі системи кровообігу. Пристрій віскозиметрів і методи вимірювання в'язкості рідини. Динамічна і кінематична в'язкості рідин. Формула Ньютона. Ньютонівські і неньютонівські біологічні рідини. В'язкість слини. Зміна в'язкості залежно від характеру захворювань. Перебіг в'язких рідин по трубам. Формула Пуазейля. Рух тіл у в'язких рідинах. Закон Стоксу. Методи визначення динамічної в'язкості. Загальні принципи роботи серця та побудови системи кровообігу. Склад та реологічні властивості тканин серця, судин та крові. Режими циркуляції крові у серці та судинах. Вплив артеріосклерозу, стенозу та інших специфічних станів на режими кровообігу. Закон Лапласа. Трансмуральний тиск. Виникнення специфічних шумів серця. Нормальні значення параметрів, що характеризують роботу здорового серця. Механічна ефективність серця. Використання програмного забезпечення для аналізу гемодінаміки та моделювання системи кровообігу. Методи машинного навчання для прогнозування реологічних властивостей тканин серця та крові. Комп'ютерне моделювання впливу артеріосклерозу та стенозу на режими кровообігу. Автоматизовані системи для вимірювання в'язкості рідин за допомогою віскозиметрів. Цифрова обробка сигналів для виявлення специфічних шумів при пороках серця. Комп'ютерний аналіз даних для визначення механічної ефективності серця.

Тема 7. Термодинаміка. Термодинаміка біологічних систем.

Термодинамічна система і її параметри. Відкриті, закриті і ізольовані системи. Термодинамічні процеси. Оборотні і необоротні процеси. Внутрішня енергія тіл і засоби її зміни: робота і теплопередача. Перший початок термодинаміки. Теплота, робота і внутрішня енергія. Другий початок термодинаміки. Ентропія. Принцип Больцмана. Основне рівняння

термодинаміки. Термодинамічні потенціали. Хімічний і електрохімічний потенціал. Нерівноважна термодинаміка. Стаціонарний стан. Принцип Пригожина. Концепція Інгланда. Організм як відкрита система. Основи термометрії та калориметрії. Комп'ютерне моделювання термодинамічних систем для оптимізації енергетичних процесів в біологічних системах. Використання програмного забезпечення для розрахунку ентропії та інших термодинамічних потенціалів. Аналіз даних для виявлення стаціонарних та нерівноважних станів в біосистемах. Машинне навчання для прогнозування термодинамічних параметрів в біологічних системах. Автоматизація процесів термометрії та калориметрії за допомогою спеціалізованих сенсорів та програмного забезпечення. Комп'ютерний аналіз теплових карт для визначення локальних змін температури та енергії в біотканинах. Динамічна симуляція для вивчення ефекту теплопередачі та енергетичного обміну в клітинах і тканинах.

Тема 8. Біологічні мембрани. Біоелектричні потенціали.

Мембрани клітин, їх роль та функції. Будова і моделі біологічних мембран. Властивості мембран. Пасивний транспорт молекул. Дифузія нейтральних молекул. Закон Фіка. Проникність мембран і опір потоку речовин. Пасивний транспорт речовин крізь пори. Полегшена і обмінна дифузія. Осмос. Осмотичний тиск. Фільтрація. Пасивний транспорт іонів. Рівняння Нернста-Планка. Активний транспорт в біосистемах Основні системи активного перенесення іонів. Механізм активного транспорту іонів та органічних речовин. Натрій-калієвий насос. Механізми ендо- та екзоцитозу. Біопотенціали спокою. Рівноважні потенціали. Донанівське рівновага і потенціал Донана. Рівноважний потенціал Нернста. Стаціонарні потенціали. Потенціал Гольдмана-Ходжкина-Катца. Потенціал при роботі натрій-калієвого насоса (Томас). Біопотенціали дії. Іонні струми скрізь мембрани. Досліди Ходжкина, Хакслі і Катца, основні висновки. Модель натрієвого каналу. Розповсюдження потенціалу дії з немієлінізованому нервовому волокну. Телеграфне рівняння. Постійна довжини нервового волокна, її фізичний зміст. Мієлінізовані нервові волокна. Комп'ютерне моделювання мембрани клітин для дослідження механізмів пасивного та активного транспорту. Використання машинного навчання для аналізу дифузії та транспорту іонів через клітинні мембрани. Симуляція роботи натрій-калієвого насоса та інших активних транспортних систем. Комп'ютерний аналіз біопотенціалів на основі рівнянь Нернста-Планка та Гольдмана-Ходжкина-Катца. Віртуальні експерименти для вивчення рівноважних потенціалів та динаміки іонних струмів. Автоматизована аналіз даних з ендо- та екзоцитозу для розуміння механізмів переносу великих молекул. Застосування методів квантової хімії для моделювання взаємодії молекул з клітинними мембранами. Прогнозування фізіологічних відгуків клітин на зміни умов зовнішнього середовища за допомогою комп'ютерних моделей.

Тема 9. Електричне поле. Електричний струм. Електрофорез.

Електричний заряд. Закон збереження електричного заряду. Електричне поле, його силова і енергетична характеристики і зв'язок між ними. Теорема Гауса. Електричний диполь. Еквівалентний електричний генератор органів і тканин. Струмовий монополь і диполь. Дипольний електричний генератор серця. Вектор серця. Поняття про мультиполь. Мультипольний еквівалентний електричний генератор серця. Фізичні основи електрокардіографії. Електричний струм. Закон Ома. Явища термоелектричності та п'єзоелектричності. Процедури гальванізації та електрофорезу. Електропровідність та опір тканин організму. Дія аероіонів на організм людини. Комп'ютерне моделювання електричних полів в біологічних тканинах та їх взаємодія з електричними генераторами органів. Автоматизований аналіз електрокардіограм для діагностики та прогнозування серцевих захворювань. Використання машинного навчання для оптимізації методів гальванізації та електрофорезу. Використання технологій інтернету речей для моніторингу впливу аероіонів на фізіологічні показники. Використання машинного навчання для аналізу та класифікації паттернів ЕЕГ. Комп'ютерне моделювання ефектів транскраніальної магнітної або електричної стимуляції на активність мозку з використанням даних ЕЕГ.

Тема 10. Магнітне поле. Фізичні основи магнітобіології.

Магнітне поле. Магнітний момент контуру із струмом. Вектор індукції магнітного поля. Магнітний потік. Закон Ампера. Дія магнітного поля на контур із струмом. Енергія контуру із струмом в магнітному полі. Сила Лоренца. Електростатичні і магнітні електронні лінзи. Напруженість магнітного поля. Закон Біо-Савара-Лапласа. Закон повного струму. Закон електромагнітної індукції. Квазістаціонарні струми. Комп'ютерна симуляція магнітних полів і їх взаємодії з електричними контурами. Алгоритми для визначення магнітного потоку та напруженості магнітного поля в різних середовищах. Використання машинного навчання для оптимізації параметрів електростатичних і магнітних лінз в медичних та індустріальних застосуваннях.

Тема 11. Оптика в медицині. Інтерференція та дифракція світла. Поляризоване світло в медичних дослідженнях.

Поняття про теорію Максвелла. Струм зсуву. Рівняння Максвелла. Електромагнітні хвилі і їх властивості. Швидкість розповсюдження електромагнітних хвиль. Показник заломлення. Енергія електромагнітних хвиль. Вектор Пойнтінга. Шкала електромагнітних хвиль. Поляризація. Природне і поляризоване світло. Площина поляризації. Поляризатор і аналізатор, їх головні площини. Закон Малюса. Поляризаційні явища при віддзеркаленні і заломленні світла. Кут повної поляризації, закон Брюстера. Явище подвійного променезаломлення. Оптичні осі. Позитивні і негативні кристали. Будова і призначення призми Ніколя. Дихроїзм. Поляроїди. Обертання площини поляризації. Оптично активні речовини. Стала обертання оптично активної речовини. Поляриметрія і її використання в медицині. Поляризаційна мікроскопія і її використання в медичних дослідженнях. Когерентні джерела і когерентні світлові хвилі. Інтерференція світла. Умови максимуму і мінімуму. Інтерференція світла в тонких пластинках (плівках). Прояснення оптики. Інтерферометри і їх застосування. Інтерференційний мікроскоп. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція на щілині в паралельних променях. Дифракційні ґрати і дифракційний спектр. Основи рентгеноструктурного аналізу. Поняття про голографію і її застосування в медицині. Використання машинного навчання для аналізу інтерференційних мікроскопічних даних. Програмне забезпечення для поляриметрії в медичних дослідженнях. Обробка даних рентгеноструктурного аналізу. Використання комп'ютерного зору для аналізу мікроскопічних зображень в медицині.

Тема 12. Медична електроніка. Система отримання медичної інформації.

Медична електроніка. Дія змінного струму на тканині організму. Трифазна система струму. Лінійна і фазна напруга. Головні принципи забезпечення і методи забезпечення безпеки роботи з електричними приладами, вимоги техніки безпеки при роботі з медичною апаратурою. Класи електромедичних приладів залежно від засобу додаткового захисту від поразки струмом живильної мережі. Надійність медичної апаратури. Структурна схема отримання, передачі і реєстрації МБІ. Електроди і датчики МБІ, їх різновиди і характеристики. Передача сигналу. Пристрої відображення і реєстрації МБІ. Підсилювачі, основні риси їх будови. Основні характеристики підсилювачів. Лінійні (частотні) та нелінійні (амплітудні) спотворення і їх коефіцієнт. Смуга пропускання підсилювача. Можливі перешкоди, які заважають якійсь роботі підсилювача. Різновиди генераторів електричних коливань. Електронний осцилограф. Діадинамотерапія і ампліпульстерапія. Стаціонарні і такі, що імплантуються електростимулятори. Високочастотна фізіотерапевтична апаратура. Діатермотомія і діатермокоагуляція. Загальна і місцева дарсонвалізація. Індуктотермія і УВЧ-терапія. Мікрохвильова терапія і терапія дециметрових хвиль. Аналіз даних з медичних електронних приладів за допомогою машинного навчання. Використання Інтернету речей для моніторингу надійності медичної апаратури. Алгоритми для автоматизованого виявлення аномалій в МБІ. Системи для бездротової передачі медичних сигналів. Обробка сигналів в реальному часі для моніторингу пацієнтів. Комп'ютерна оптимізація параметрів високочастотної фізіотерапевтичної апаратури. Комп'ютерна симуляція електростимуляції для оптимізації параметрів імплантованих пристроїв. Застосування обчислювальної томографії в медичній діагностиці.

Тема 13. Рентгенівське випромінювання в медицині.

Рентгенівське випромінювання. Рентгенівська трубка. Гальмівне рентгенівське випромінювання. Характеристичне рентгенівське випромінювання. Закон Мозлі. Первинні процеси взаємодії рентгенівського фотона з атомом. Ефекти дії рентгенівського випромінювання на речовину. Послаблення рентгенівського випромінювання речовиною. Лінійний і масовий коефіцієнти ослаблення. Поглинання рентгенівського випромінювання речовиною. Лінійний і масовий коефіцієнти поглинання. Фізичні основи рентгенодіагностики і рентгенотерапії. Рентгенодіагностика в стоматології. Комп'ютерна рентгенівська томографія. Алгоритми комп'ютерної обробки для покращення якості рентгенівських зображень. Використання штучного інтелекту для автоматичного виявлення патологій на рентгенограмах. Методи реконструкції 3D-моделей на основі рентгенівських знімків. Комп'ютерна оптимізація параметрів рентгенівської трубки для зменшення дози випромінювання. Дослідження взаємодії рентгенівського випромінювання з речовиною за допомогою Monte Carlo симуляцій. Цифрова обробка сигналів для визначення лінійних і масових коефіцієнтів ослаблення і поглинання. Комп'ютерна автоматизація процесів в рентгенодіагностиці та рентгенотерапії. Застосування машинного навчання для аналізу ефективності рентгенотерапії.

Тема 14. Радіоактивність. Ядерна медицина.

Біофізичні основи дії іонізуючого випромінювання на організм. Детектори іонізуючих випромінювань. Використання радіонуклідів і нейтронів в медицині. Основні види прискорювачів заряджених частинок. Використання прискорювачів для променевої терапії. Використання прискорювачів в діагностиці. Доза поглинання і потужність дози поглинання. Експозиційна доза і потужність експозиційної дози. Зв'язок дози поглинання з експозиційною дозою. Зв'язок потужності експозиційної дози з активністю радіоактивного розпаду. Коефіцієнт якості (відносна біологічна ефективність) іонізуючого випромінювання. Комп'ютерне моделювання дози поглинання і потужності дози в біологічних тканинах. Алгоритми для визначення оптимальної дози в променевої терапії. Використання машинного навчання для прогнозування біологічної відповіді на іонізуюче випромінювання. Цифрова обробка сигналів з детекторів іонізуючих випромінювань для покращення точності вимірювань. Системи для моніторингу радіоактивності в медичних установах. Розробка програмного забезпечення для керування медичними прискорювачами. Автоматизація процесу вибору радіонуклідів для діагностики та лікування. Комп'ютерна візуалізація розподілу дози в організмі. Використання big data для аналізу впливу іонізуючого випромінювання на популяційному рівні.

4. Структура навчальної дисципліни

Назва теми	Кількість годин					
	Усьо-го	Лек-ції	Семі-нари	Прак-тичні	Лабо-раторні	СРЗ
Тема 1. Основи теорії ймовірності. Ймовірнісні процеси у медицині та біології.	8	2	0	2	0	4
Тема 2. Обробка даних. Обробка медико-біологічних результатів спостережень та експериментів.	6	0	0	2	0	4
Тема 3. Механіка біосистем	8	2	0	2	0	4
Тема 4. Механічні хвилі. Акустика. Фізика слуху.	6	0	0	2	0	4
Тема 5. Механічні властивості твердих тіл і біотканин, механічні моделі кістки.	8	2	0	2	0	4
Тема 6. Біореологія. Біомеханіка роботи серця.	6	0	0	2	0	4
Тема 7. Термодинаміка. Термодинаміка біологічних систем	8	2	0	2	0	4
Тема 8. Біологічні мембрани. Біоелектричні потенціали.	8	2	0	2	0	4
Тема 9. Електричне поле. Електричний струм. Електрофорез.	8	2	0	2	0	4
Тема 10. Магнітне поле. Фізичні основи магнітобіології.	6	0	0	2	0	4
Тема 11. Оптика в медицині. Інтерференція та дифракція світла. Поляризоване світло в медичних дослідженнях.	8	2	0	2	0	4
Тема 12. Медична електроніка. Система отримання медичної інформації.	6	0	0	2	0	4
Тема 13. Рентгенівське випромінювання в медицині.	8	2	0	2	0	4
Тема 14. Радіоактивність. Ядерна медицина.	6	0	0	2	0	4
Всього годин	100	16	0	28	0	56

5. Теми лекційних / семінарських / практичних / лабораторних занять

5.1. Теми лекційних занять

№№ п.п.	Найменування теми лекції і її зміст	Кількість годин
1	Тема 1. Основи теорії ймовірності. Ймовірнісні процеси у медицині та біології.	2
2	Тема 3. Механіка біосистем	2
3	Тема 5. Механічні властивості твердих тіл і біотканин, механічні моделі кістки.	2
4	Тема 7. Термодинаміка. Термодинаміка біологічних систем	2
5	Тема 8. Біологічні мембрани. Біоелектричні потенціали.	2
6	Тема 9. Електричне поле. Електричний струм. Електрофорез.	2
7	Тема 11. Оптика в медицині. Інтерференція та дифракція світла. Поляризоване світло в медичних дослідженнях.	2
8	Тема 13. Рентгенівське випромінювання в медицині.	2
	РАЗОМ	16

5.2. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені.

5.3. Теми практичних занять

№	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Основи теорії ймовірності. Ймовірнісні процеси у медицині та біології.	2
2	Тема 2. Обробка даних. Обробка медико-біологічних результатів спостережень та експериментів.	2
3	Тема 3. Механіка біосистем	2
4	Тема 4. Механічні хвилі. Акустика. Фізика слуху.	2
5	Тема 5. Механічні властивості твердих тіл і біотканин, механічні моделі кістки.	2
6	Тема 6. Біореологія. Біомеханіка роботи серця.	2
7	Тема 7. Термодинаміка. Термодинаміка біологічних систем	2
8	Тема 8. Біологічні мембрани. Біоелектричні потенціали.	2
9	Тема 9. Електричне поле. Електричний струм. Електрофорез.	2
10	Тема 10. Магнітне поле. Фізичні основи магнітобіології.	2
11	Тема 11. Оптика в медицині. Інтерференція та дифракція світла. Поляризоване світло в медичних дослідженнях.	2
12	Тема 12. Медична електроніка. Система отримання медичної інформації.	2
13	Тема 13. Рентгенівське випромінювання в медицині.	2
14	Тема 14. Радіоактивність. Ядерна медицина.	2
	РАЗОМ	28

5.4. Теми лабораторних занять

Лабораторні заняття не передбачені.

6. Самостійна робота здобувача вищої освіти

№	Назва теми / види завдань	Кіл-ть годин
1	Тема 1. Підготовка до практичного заняття 1	4
2	Тема 2. Підготовка до практичного заняття 2	4
3	Тема 3. Підготовка до практичного заняття 3	4
4	Тема 4. Підготовка до практичного заняття 4	4
5	Тема 5. Підготовка до практичного заняття 5	4
6	Тема 6. Підготовка до практичного заняття 6	4
7	Тема 7. Підготовка до практичного заняття 7	4
8	Тема 8. Підготовка до практичного заняття 8	4
9	Тема 9. Підготовка до практичного заняття 9	4
10	Тема 10. Підготовка до практичного заняття 10	4
11	Тема 11. Підготовка до практичного заняття 11	4
12	Тема 12. Підготовка до практичного заняття 12	4
13	Тема 13. Підготовка до практичного заняття 13	4
14	Тема 14. Підготовка до практичного заняття 14	4
	РАЗОМ	56

7. Методи навчання

Практичні заняття: бесіда, перевірка рівня підготовки, розуміння та засвоєння теоретичного матеріалу теми здобувачами, обговорення складних питань теми, корекція можливих помилок, відповіді на питання та тренувальні вправи, спрямовані на поліпшення знань здобувачів.

Самостійна робота: самостійна робота з рекомендованою основною та додатковою літературою, з електронними інформаційними ресурсами.

8. Форми контролю та методи оцінювання (у т.ч. критерії оцінювання результатів навчання)

Поточний контроль: усне опитування, оцінювання практичних навичок з розв'язання задач, здійснення усних інтерв'ю на розуміння ключових принципів біологічної фізики та комп'ютерних засобів у медицині, а також на аналіз ситуаційних кейсів та проблем.

Підсумковий контроль: залік.

Оцінювання поточної навчальної діяльності на практичному занятті:

Оцінювання теоретичних знань з теми заняття:

- методи: опитування, розв'язання задач;
- максимальна оцінка - 5, мінімальна оцінка - 3, незадовільна оцінка - 2.

Оцінка практичних навичок з теми заняття:

- методи: оцінювання правильності розв'язання задач
- максимальна оцінка - 5, мінімальна оцінка - 3, незадовільна оцінка - 2.

Критерії поточного оцінювання на практичному занятті

Оцінка	Критерії оцінювання
Відмінно «5»	Здобувач вільно володіє матеріалом, бере активну участь в обговоренні та вирішенні ситуаційної клінічної задачі, впевнено демонструє практичні навички під час огляду та інтерпретації даних клінічного, лабораторних та інструментальних досліджень, висловлює свою думку з теми заняття, демонструє клінічне мислення.
Добре «4»	Здобувач добре володіє матеріалом, бере участь в обговоренні та вирішенні ситуаційної клінічної задачі, демонструє практичні навички під час огляду та інтерпретації даних клінічного, лабораторних та інструментальних досліджень з деякими помилками, висловлює свою думку з теми заняття, демонструє клінічне мислення.
Задовільно «3»	Здобувач недостатньо володіє матеріалом, невпевнено бере участь в обговоренні та вирішенні ситуаційної клінічної задачі, демонструє практичні навички під час огляду та інтерпретації даних клінічного, лабораторних та інструментальних досліджень з суттєвими помилками.
Незадовільно «2»	Здобувач не володіє матеріалом, не бере участь в обговоренні та вирішенні ситуаційної клінічної задачі, не демонструє практичні

	навички під час огляду та інтерпретації даних клінічного, лабораторних та інструментальних досліджень.
--	--

Залік виставляється здобувачу, який виконав усі завдання робочої програми навчальної дисципліни, приймав активну участь у практичних заняттях, виконав та захистив індивідуальне завдання та має середню поточну оцінку не менше ніж 3,0 і не має академічної заборгованості.

Залік здійснюється: на останньому занятті до початку екзаменаційної сесії - при стрічковій системі навчання, на останньому занятті – при цикловій системі навчання. Оцінка за залік є середньоарифметичною за всіма складовими за традиційною чотирибальною шкалою і має величину, яка округлюється за методом статистики з двома десятковими знаками після коми.

9. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Отриманий середній бал за навчальну дисципліну для здобувачів, які успішно опанували робочу програму навчальної дисципліни, конвертується з традиційної чотирибальної шкали у бали за 200-бальною шкалою, як наведено у таблиці:

Таблиця конвертації традиційної оцінки у багатобальну шкалу

Традиційна чотирибальна шкала	Багатобальна 200-бальна шкала
Відмінно («5»)	185 – 200
Добре («4»)	151 – 184
Задовільно («3»)	120 – 150
Незадовільно («2»)	Нижче 120

Багатобальна шкала (200-бальна шкала) характеризує фактичну успішність кожного здобувача із засвоєння освітньої компоненти. Конвертація традиційної оцінки (середній бал за навчальну дисципліну) в 200-бальну виконується інформаційно-технічним відділом Університету.

Відповідно до отриманих балів за 200-бальною шкалою, досягнення здобувачів оцінюються за рейтинговою шкалою ECTS. Подальше ранжування за рейтинговою шкалою ECTS дозволяє оцінити досягнення здобувачів з освітньої компоненти, які навчаються на одному курсі однієї спеціальності, відповідно до отриманих ними балів.

Шкала ECTS є відносно-порівняльною рейтинговою, яка встановлює належність здобувача до групи кращих чи гірших серед референтної групи однокурсників (факультет, спеціальність). Оцінка «А» за шкалою ECTS не може дорівнювати оцінці «відмінно», а оцінка «В» – оцінці «добре» тощо. При конвертації з багатобальної шкали межі оцінок «А», «В», «С», «D», «Е» за шкалою ECTS не співпадають з межами оцінок «5», «4», «3» за традиційною шкалою. Здобувачі, які одержали оцінки «FX» та «F» («2») не вносяться до списку здобувачів, що ранжуються. Оцінка «FX» виставляється здобувачам, які набрали мінімальну кількість балів за поточну навчальну діяльність, але яким не зарахований підсумковий контроль. Оцінка «F» виставляється здобувачам, які відвідали усі заняття з дисципліни, але не набрали середнього балу (3,00) за поточну навчальну діяльність і не допущені до підсумкового контролю.

Здобувачі, які навчаються на одному курсі (однієї спеціальності), на підставі кількості балів, набраних з дисципліни, ранжуються за шкалою ECTS таким чином:

Конвертація традиційної оцінки з дисципліни та суми балів за шкалою ECTS

Оцінка за шкалою ECTS	Статистичний показник
A	Найкращі 10% здобувачів
B	Наступні 25% здобувачів
C	Наступні 30% здобувачів
D	Наступні 25% здобувачів
E	Наступні 10% здобувачів

10. Методичне забезпечення

- Робоча програма навчальної дисципліни
- Силабус навчальної дисципліни
- Методичні розробки до практичних занять
- Методичні рекомендації до самостійної роботи здобувачів вищої освіти
- Мультимедійні презентації

11. Питання до заліку

1. Обчислення відносної частоти та ймовірності випадкових подій в медичних дослідженнях.
2. Застосування теореми Байєса для діагностики медичних станів.
3. Складання та множення ймовірностей подій при аналізі ризиків у медицині.
4. Використання дискретних випадкових величин для моделювання розподілу пацієнтів за типами захворювань.
5. Використання безперервних випадкових величин для моделювання фізіологічних параметрів.
6. Комп'ютерна симуляція стохастичних процесів в епідеміології та їх аналіз.
7. Статистичні методи обробки та аналізу великих наборів медичних даних.
8. Прогнозування розвитку хвороб на основі ймовірнісних статистичних моделей.
9. Застосування машинного навчання в аналізі медичних зображень з використанням ймовірнісних моделей.
10. Розрахунок складеної ймовірності подій у медичних дослідженнях з використанням комп'ютерних алгоритмів.
11. Основні характеристики розподілу дискретної випадкової величини та їх графічне представлення.
12. Застосування заходів положення центру розподілу для аналізу медичних даних.
13. Оцінка варіабельності значень випадкової величини в контексті медико-біологічних досліджень.
14. Застосування статистичного оцінювання для перевірки вибірки на однорідність.
15. Основи розрахунку довірчих інтервалів для математичного очікування.
16. Методики перевірки гіпотез про рівність параметрів незалежних нормальних сукупностей.
17. Використання програмних засобів для автоматизації обробки статистичних даних.
18. Застосування алгоритмів класифікації та машинного навчання для аналізу медико-біологічних даних.
19. Методи комп'ютерної обробки даних для перевірки гіпотез і оптимізації

вимірювальних процесів.

20. Застосування технік Data Mining для аналізу варіабельності значень випадкової величини в медичних дослідженнях.
21. Зв'язок між лінійною і кутовою швидкістю в обертальному русі.
22. Основні інерційні властивості тіл в поступальному і обертальному русі.
23. Застосування моменту інерції в біомеханіці.
24. Основні параметри вільних незгасаючих коливань та їх роль в біосистемах.
25. Використання теорії резонансу в медичних дослідженнях.
26. Комп'ютерна моделювання механічних систем в біології і медицині.
27. Застосування алгоритмів для аналізу механічних властивостей тканин і органів.
28. Використання комп'ютерних методів для аналізу резонансних явищ в біосистемах.
29. Методи комп'ютерного аналізу центрифугування в біомедичних дослідженнях.
30. Застосування технік Data Mining для аналізу механічних властивостей та динаміки біосистем.
31. Основні характеристики гармонічної хвилі та їх взаємозв'язок.
32. Енергетичні характеристики хвилі та їх вплив на біосистеми.
33. Природа і види звуку, та їх фізичні характеристики.
34. Застосування ефекту Доплера в медичних діагностичних методах.
35. Принципи аудіометрії і її застосування в медицині.
36. Використання ультразвуку в медичних дослідженнях та діагностиці.
37. Алгоритми для обробки і аналізу даних ультразвукових досліджень.
38. Застосування машинного навчання для аналізу аудіометричних даних.
39. Методи визначення межі пружності та текучості в біологічних матеріалах.
40. Релаксація напруги та її фізіологічне значення.
41. Алгоритми для визначення реологічних параметрів біологічних тканин.
42. Розрізнення між Ньютонівськими та неньютонівськими рідинами.
43. Число Рейнольдса як критерій переходу від ламінарного до турбулентного перебігу.
44. Принципи роботи віскозиметрів для вимірювання в'язкості рідин.
45. Використання програмного забезпечення для аналізу гемодінаміки.
46. Цифрова обробка сигналів для виявлення специфічних шумів при пороках серця.
47. Відмінність між відкритими, закритими, і ізольованими термодинамічними системами.
48. Що таке оборотні і необоротні термодинамічні процеси?
49. Поняття внутрішньої енергії тіл та механізми її зміни.
50. Перший і другий закони термодинаміки.
51. Ентропія та її роль в термодинамічних процесах.
52. Формування біопотенціалу спокою та рівноважних потенціалів.
53. Рівняння Нернста-Планка для опису пасивного транспорту іонів.
54. Механізми ендо- та екзоцитозу в клітинних мембранах.
55. Комп'ютерне моделювання процесів транспорту через клітинну мембрану.
56. Застосування машинного навчання для аналізу транспортних механізмів в клітинних мембранах.
57. Закон збереження електричного заряду та його фундаментальна роль в фізиці.
58. Основні характеристики електричного поля та зв'язок між силовими та енергетичними параметрами.
59. Теорема Гауса в контексті електростатики та її застосування.

60. Еквівалентні електричні генератори в органах і тканинах.
61. Особливості діпольного електричного генератора серця та поняття вектора серця.
62. Фізичні основи електрокардіографії та її медичне застосування.
63. Закон Ома та його роль у вивченні електричних явищ в біологічних системах.
64. Методи та принципи гальванізації та електрофорезу в медицині.
65. Автоматизований аналіз електрокардіограм для діагностики та прогнозування серцевих захворювань.
66. Використання машинного навчання для аналізу та класифікації паттернів електроенцефалограм (ЕЕГ).
67. контурами.
68. Використання машинного навчання для оптимізації параметрів електростатичних і магнітних лінз.
69. Основні рівняння Максвелла в електродинаміці.
70. Властивості та характеристики електромагнітних хвиль.
71. Застосування вектора Пойнтінга для опису енергії електромагнітних хвиль.
72. Поляризація світла і закон Малюса.
73. Поляроїди та їх роль в поляризаційній оптиці.
74. Оптично активні речовини і їх стала обертання.
75. Поляриметрія як метод медичних досліджень.
76. Застосування цифрових технологій для моніторингу та контролю рентгенівської апаратури в медичних установах.
77. Використання радіонуклідів для діагностики та лікування в онкології.
78. Принципи роботи детекторів іонізуючих випромінювань в медичних дослідженнях.
79. Вплив іонізуючого випромінювання на біологічні тканини та методи його моделювання.
80. іонізуючого випромінювання в організмі пацієнта.

12. Рекомендована література

Основна:

1. Чалий О. В., Цехмістер Я. В., Агапов Б. Т. та ін. *Медична та біологічна фізика*. Вінниця, Нова Книга, 2017. 528 с. ISBN 978-966-382-608-0
2. Яблонь Л. С. *Методи обробки результатів експерименту*. Івано-Франківськ, НБ ПНУ, 2018.
3. Личковський Е.І., Свердан П.Л., Тіманюк В.О., Чалий О. В. Вища математика. Вінниця, «Нова Книга», 2014, 632с.
4. Медична та біологічна фізика: підручник для студ. Вищих мед. (фарм.) навч. Заклад. / [О.В. Чалий, Я.В. Цехмістер, Б.Т. Агапов та ін.]; за ред. Проф. Чалого. — Вид.2-ге. — Вінниця: Нова Книга, 2017. — 528 с. — ISBN 978-966-382-608-0. Біофізика.
5. Фізичні методи аналізу та метрологія: підруч. для студ. вищ. мед. та фарм. навч. закл. IV р. акр. (протокол МОНУ №4 від 14.11.2013 р.) / Е. І. Личковський, В. О. Тіманюк, О. В. Чалий та ін. ; за ред. Е.І. Личковського. - Вінниця : Нова Книга, 2014. - 464 с.
6. Свідрук Т.А. Основи біологічної фізики і медична апаратура: навч.посіб. 2017.

Додаткова:

1. Основи біологічної і медичної фізики, інформатики й апаратури: навч. посіб. для студ. вищ. мед. закл. осв. / за ред. Л. С. Годлевського/ автори: Афанасьєва Л.О.,

- Жуматій П.Г., Мандель О.В., Мацко О.М., Садлій А.В. - Одеса : ОДМУ, 2003. - 258 с.
2. Медична та біологічна фізика: (навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. IV рівня акредитації) / В. П. Марценюк та ін. — Тернопіль: ТДМУ, 2012, 303 с. — ISBN 978-966-673-193-0
 3. Чернавский Д.С. Синергетика та інформатика, 2004.
 4. Чалий А.В., Цехмістер Я.В.. Флуктуаційні моделі процесів самовпорядкування К.: Віпол, 1994.
 5. Чалий А.В. Нерівноважні процеси у фізиці та біології. - К.: Наук. думка, 1997.
 6. Чалий О.В. Синергетичні принципи освіти та науки. К.: Віпол, 2000. Медична і біологічна фізика / За ред. О.В.Чалого, 2-е видання - К. : Книга-плюс, 2005.
 7. Медична і біологічна фізика / За ред. О.В.Чалого. т.1 - К. : Віпол, 1999 т.2 - К. : Віпол, 2001.
 8. Медична і біологічна фізика (практикум) / за ред. О.В.Чалого. – К.: Книга плюс, 2003.
 9. Свердан П.Л. Вища математика: Аналіз інформації у математиці та медицині. – Львів, Світ, 1998.
 10. Чалий О.В., Стучинська Н.В., Меленевська А.В. Вища математика. – К.: Техніка, 2001.
 11. Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура І.С., Мірошніченко М.С., Шуба М.Ф. Біофізика. - К.: Обереги, 2001.
 12. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. – Харьков, Изд-во НФАУ, 2003.
 13. Зима В.Л. Біофізика. Збірник задач. К.: Вища шк., 2001.
 14. Тиманюк В.О., Животова О.М. Біофізика: Навч. посіб. для студ. фармац. вищ. навч. закладів. – Х.: Вид-во НФАУ: Золоті сторінки, 2001.
 15. Медична і біологічна фізика / За ред. О.В.Чалого, 2-е видання - К. : Книга-плюс, 2005.

13. Електронні інформаційні ресурси

1. <http://amphu.org> (Медична фізика в Україні)
2. <http://uamedphys.blogspot.com> (Книги з медичної фізики)
3. <http://iopscience.iop.org/0031-9155> (журнал “Physics in Medicine and Biology”)
4. www.mednavigator.net (Медична пошукова система)
5. <https://physicsworld.com/c/medical-physics> (інформаційні ресурси медичної і біологічної фізики)
6. <http://iomp.org> (Міжнародна організація медичної фізики)
7. <https://aapm.org/default.asp> (Сайт американської асоціації фізиків в медицині)
8. <https://aapm.onlinelibrary.wiley.com/journal/24734209> (Журнал «Medical Physics»)
9. <https://efomp.org> (Сайт європейської федерації медичних фізиків)