

Київський національний університет
імені Тараса Шевченка

Затверджено
Вченою радою фізичного факультету
«___»_____200__р.

Протокол №____
Голова вченої ради, декан

Проф. Макарець М.В.

Фізичний факультет
Кафедра молекулярної фізики

Доктор фізико-математичних наук,
Професор Забашта Юрій Федосійович

ФІЗИЧНІ ОСНОВИ МЕДИЧНИХ ДІАГНОСТИК

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

для студентів 4-го курсу фізичного факультету
групи спеціалізації „Медична фізика”
спеціальності 6.070100

Затверджено
кафедрою молекулярної фізики
«___»_____200__р.

Протокол №____
Завідувач кафедри

Проф. Булавін Л.А.

КИЇВ-2008

Вступ

Дисципліна «Фізичні основи медичних діагностик» для студентів фізичного факультету є нормативною дисципліною для спеціалізації «медична фізика», що читається в п'ятому семестрі в обсязі 4 кредити (72 години), в тому числі лекцій 34 години і 38 годин самостійної роботи. Закінчується заліком в п'ятому семестрі.

Метою і завданням навчальної дисципліни «Фізичні основи медичних діагностик» є оволодіння сучасними математичними методами акустики та основними застосуваннями цих методів при інтерпретації ультразвукових досліджень людського організму.

Предмет навчальної дисципліни «Фізичні основи медичних діагностик» включає основні положення акустики та методіку ультразвукових досліджень людського організму.

Вимоги до знань та вмінь.

Знати: особливості застосування методів акустики при ультразвукових дослідженнях людського організму.

Вміти: інтерпретувати ехограми, отримані при ультразвукових дослідженнях людського організму.

Місце в структурно-логічній схемі спеціальності.

Нормативно-навчальна дисципліна «Фізичні основи медичних діагностик» є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр та магістр за спеціалізацією медична фізика. Предмет є одним із кінцевих спецкурсів, що визначають професійний рівень фахівця. Він базується на раніше прочитаних курсах «Основи реології» та «Основи теплофізики».

Система контролю знань та умови складання іспиту.

Навчальна дисципліна «Фізичні основи медичних діагностик» оцінюється за модульною системою. Вона складається з 2 модулів. Результати навчальної діяльності студентів оцінюється за 100-бальною шкалою.

Форми поточного контролю: оцінювання домашніх та самостійних завдань, контрольних робіт. При виставленні балів за модульний контроль враховуються:

- уміння та навички розв'язування фізичних задач за кожною темою;
- ступінь активності студента під час розв'язку задач; якість виконання домашніх завдань;
- якість самостійної роботи студента при виконанні відповідних завдань для самостійної роботи та розробці проблемних тем.

Оцінювання знань провадиться за такою схемою:

– Виконання домашніх завдань –	10 балів;
– Участь у колоквиумах –	20 балів;
– Підсумкова контрольна робота –	10 балів.
Підсумковий контроль (залік)	60 балів.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин			
		лекції	семінари/ лаборант., практичні	самот. робота	інші форми контр.
<i>Змістовий модуль 1</i>					
1	Континуальна модель біологічної тканини.	2		2	
2	Реологічні основи ультразвукової діагностики.	2		2	
3	Акустичні рівняння біологічної тканини.	2		2	
4	Нормальне падіння звукової хвилі на межу двох біологічних тканин.	2		2	
5	Нахилене падіння звукової хвилі на межу двох біологічних тканин.	2		2	
6	Відбиття звука від шерехуватої поверхні.	2		2	
7	Великомасштабні неоднорідності з примежовим шаром.	2		2	
8	Розсіяння звуку на дрібномасштабних неоднорідностях біологічної тканини.	2		2	
КОЛОКВІУМ					
Оцінка за колоквіум					
Оцінка за лабораторні роботи					
<i>Змістовий модуль 2</i>					
9	Контрастні речовини в ультразвуковій діагностиці	2		3	
10	Розсіяння на рухомих неоднорідностях	2		2	
11	Випромінювання та прийом звуку в ультразвуковій діагностиці	2		3	
12	Поле круглого плоского перетворювача	2		3	
13	Принципи отримання зображень в ультразвуковій діагностиці	2		2	
14	Особливості будови системи кровообігу.	2		2	
15	Фізіологія серцевої діяльності.	2		3	
16	Ехокардіографія.	2		2	
17	Пульсова хвиля в артерії.	2		2	
ЗАЛІК					
Оцінка за залік					
ВСЬОГО		34		38	

Змістовний модуль I:

Лекція 1 Континуальна модель біологічної тканини.

Рівняння руху біологічних континуумів. Біологічна тканина як в'язкопружний континуум: його динамічні рівняння. Граничні умови в напружених та зміщених на межі біологічних континуумів.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вивчення матеріалу лекцій.
2. Опрацювання проблемного матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.

Література [1].

Лекція 2 Реологічні основи ультразвукової діагностики.

Звукові хвилі в пружному необмеженому середовищі. Плоска хвиля. Поширення звукових хвиль у в'язкопружному напівобмеженому середовищі. Комплексні модулі. Експериментальне визначення складових комплексного модуля. Поглинання звука біологічними континуумами. Швидкість та поглинання звука у в'язкій рідині.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вивчення матеріалу лекцій.
2. Опрацювання проблемного матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.

Література [1].

Лекція 3 Акустичні рівняння біологічної тканини.

Повна система рівнянь акустики ідеального середовища. Їх загальний розв'язок. Хвильовий опір та хвильова провідність. Експериментальні значення швидкості звуку в біологічних середовищах.

Завдання для самостійної роботи (3 год.)

1. Вивчення матеріалу лекцій.
2. Опрацювання проблемного матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.

Література [1].

Лекція 4 Нормальне падіння звукової хвилі на межу двох біологічних тканин.

Відбиття та проходження звука на границі двох середовищ при нормальному падінні. Коефіцієнти відбиття та проходження. Формули Френеля при нормальному падінні. Відносний хвильовий опір. Коефіцієнт заломлення. Енергетичні співвідношення при відбитті та проходженні хвилі. Провідність та імпеданс перепони. Звукове поле перед перепорою.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вивчення матеріалу лекцій.
2. Опрацювання проблемного матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.

Література [1,2].

Лекція 5 Нахилене падіння звукової хвилі на межу двох біологічних тканин

Відбиття та проходження звукових хвиль при нахиленому падінні на границю двох середовищ. Закон Снелліуса. Формули Френеля при нахиленому падінні. Критичний кут ковзання.

Завдання для самостійної роботи (3 год.)

1. Вивчення матеріалу лекцій.
2. Опрацювання проблемного матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.

Література [1,2].

Лекція 6 Відбиття звука від шерехуватої поверхні.

Характеристик шерехуватої поверхні. Лінеаризація акустичних рівнянь. Акустичне поле перед шерехуватою поверхнею.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вивчення матеріалу лекцій.
2. Опрацювання проблемного матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.

Література [1,2].

Лекція 7 Великомасштабні неоднорідності з примежовим шаром

Модель зосередженої маси. Модель зосередженої пружності. Модель резонуючого шару. Примежовий шар скінченої товщини. Просвітлення межі. Розрахунок перехідного шару.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вивчення матеріалу лекцій.
 2. Опрацювання проблемного матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.
- Література [1,2].*

Лекція 8 Розсіяння звуку на дрібномасштабних неоднорідностях біологічної тканини

Сферичні хвилі. Густина потоку потужності. Переріз розсіяння. Монополь. Об'ємна швидкість монополя.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вивчення матеріалу лекцій.
 2. Опрацювання проблемного матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.
- Література [1,2].*

Контрольні запитання до змістовного модуля I:

- 1) Як визначити розмір лівого шлуночка, використовуючи дані УЗ-досліджень серця.
- 2) Розрахувати ширину фокальної плями плоского випромінювача.
- 3) Як використати дані УЗ-досліджень при закритичних кутах ковзання.
- 4) Розрахувати переріз розсіяння еритроцита.
- 5) Як відрізняються фази коливань в неоднорідній та падаючій хвилях.
- 6) Чим пояснити назви хвильова та нехвильова зони.
- 7) Чи залежить інтенсивність відбитого сигналу від частоти.
- 8) Як визначають напрямок руху окремих елементів зображення.
- 9) Як визначити початок і кінець систоли лівого шлуночка.

Завдання для самостійної роботи до змістовного модуля I:

- 1) Навіщо перед УЗ-дослідженням у судину вводять речовину, яка викликає утворення бульбашок.
- 2) Як залежить інтенсивність відбитого сигналу від кута нахилу до границі двох середовищ.
- 3) Артерія розташована під кутом 45. Розрахувати зсув частот.
- 4) Характеристики мітрального клапану, що визначаються при УЗ-дослідженнях серця.

- 5) Зміна ширини звукового пучка із збільшенням відстані від випромінювача.
- 6) Як отримують УЗ-зображення серця.
- 7) Чи залежить глибина різкості від частоти.
- 8) Проаналізувати поведінку коефіцієнта поглинання в до- і закритичній області.
- 9) В яких випадках не отримують зображення в УЗ-дослідженні.

Змістовний модуль II:

Лекція 9 Контрастні речовини в ультразвуковій діагностиці.

Розсіяння звуку на включеннях, що відрізняються від оточення своєю стисливістю. Розсіяння звуку на бульбашках газу. Аномальне резонансне розсіяння та його причини.

Завдання для самостійної роботи (3 год.)

1. Вивчення матеріалу лекцій.
2. Опрацювання проблемного матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.

Література [1,2].

Лекція 10 Розсіяння на рухомих неоднорідностях.

Ефект Доплера та його природа. Ефект Доплера в медичній акустиці: застосування для вивчення руху органів та кровотоку.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вивчення матеріалу лекцій.
2. Опрацювання проблемного матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.

Література [2,3].

Лекція 11 Випромінювання та прийом звуку в ультразвуковій діагностиці.

Конструкція одноелементного перетворювача. Механічне сканування ультразвукового променя. Багатоелементні перетворювачі. Фазова ґратка.

Синтезований хвильовий фронт. Лінійне та кутове сканування ультразвукового променя. Фокусування пучка.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вивчення матеріалу лекцій.
2. Опрацювання проблемного матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.

Література [2,3].

Лекція 12 Поле круглого плоского перетворювача.

Розв'язок акустичних рівнянь у випадку обмеженого випромінювача. Дифракція звука. Хвильова та нехвильова зона. Розрізнявальна здатність.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вивчення матеріалу лекцій.
2. Опрацювання проблемного матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.

Література [2,3].

Лекція 13 Принципи отримання зображень в ультразвуковій діагностиці

Специфіка застосування електронно-променевої трубки в приладах для ультразвукової діагностики. Робота електронно-променевої трубки в А-режимі. Використання А-режиму в офтальмології.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вивчення матеріалу лекцій.
2. Опрацювання проблемного матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.

Література [3].

Лекція 14 Особливості будови системи кровообігу

Велике і мале коло кровообігу. Класифікація судин. Артерії, вени, капіляри. Процеси обміну речовин в капілярах.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вивчення матеріалу лекцій.
2. Опрацювання проблемного матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.

Література [3].

Лекція 15 Фізіологія серцевої діяльності

Чотирикамерна будова серця. Скорочувальна здатність міокарда. Реологічна модель міокарда. Серцевий цикл: систола та діастола.

Завдання для самостійної роботи (3 год.)

1. Вивчення матеріалу лекцій.
2. Опрацювання проблемного матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.

Література [3].

Лекція 16 Ехокардіографія

Режими ультразвукова діагностика в кардіології. Ехограми. Сканування ультразвукового променя: А-, М- та В- режими. Стандартні позиції ультразвукового датчика в кардіології. М-ехограми. Інформація про діяльність серця, що міститься в М-ехограмах. В-ехограми. Використання електрокардіограм при розшифровці ехограм. Діагностика на основі доплерівського ефекту.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вивчення матеріалу лекцій.
2. Опрацювання проблемного матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.

Література [3].

Лекція 17 Пульсова хвиля в артерії.

Закономірності поширення пульсової хвилі в артерії. Вплив стінок судин на швидкість поширення. Можливість акустики по визначенню фізіологічного стану судин.

Завдання для самостійної роботи (2 год.)

1. Вивчення матеріалу лекцій.
2. Опрацювання проблемного матеріалу, що винесений на самостійне вивчення.

Література [3].

Контрольні запитання до змістовного модуля II:

- 1) Яку характеристику еритроцита можна визначити по розсіянню звуку.
- 2) Чому дорівнює коефіцієнт проходження при критичному куті ковзання.

- 3) Запропонувати методика, яка б дозволила визначити, що зображення хибне.
- 4) Як виявити патологію в роботі мітрального клапану.
- 5) При яких умовах звуковий промінь проходить без втрат енергії через границю двох середовищ.
- 6) Чому дорівнює повздовжня та поперечна розрізнявальні здатності при УЗ-діагностиці.
- 7) Яким чином визначити характеристики шкіри за допомогою ультразвукового дослідження.
- 8) Визначити товщину тонкого хрящового шару, що межує з кісткою.

Завдання для самостійної роботи до змістовного модуля II:

- 1) Доступи та стандартні позиції в ехокардиографії.
- 2) Хибні зображення та причини їх появи.
- 3) Запропонувати схему визначення швидкості елементів структури при УЗ-дослідженні.
- 4) Як залежать характеристики просвітлюючого шару від частоти.
- 5) Як визначається наявність і положення стороннього тіла в оці.
- 6) У скільки разів зменшується інтенсивність сигналу при первинному і вторинному відбитті від жирового прошарку.
- 7) Як визначити фракцію вигнання.
- 8) Розрахувати товщину проміжного шару в плоскому випромінювачі.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Bulavin L.A., Zabashta Yu.F. Ultrasonic diagnostics in medicine. Physical foundations. VSP: Leiden, Boston, 2007.
2. Булавін Л.А., Забашта Ю.Ф. Фізика ультразвукової діагностики в медицині. К.: ВКУ, 2005.
3. Применение ультразвука в медицине. Под. ред. Н. Миллера. М.: Мир, 1993.