

*Фурієт*

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ФІЗІОЛОГІЇ ТА БІОФІЗИКИ

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з науково-педагогічної роботи

*Едуард БУРЯЧКІВСЬКИЙ*

06 вересня 2024 року



**РОБОЧА ПРОГРАМА З ДИСЦИПЛІНИ**

**БІОЛОГІЧНА ФІЗИКА З ФІЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ АНАЛІЗУ**

**Рівень вищої освіти:** другий (магістерський)

**Галузь знань:** 22 «Охорона здоров'я»

**Спеціальність:** 226 «Фармація, промислова фармація»

**Освітньо-професійна програма:** Фармація

2024

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Фармація, промислова фармація» підготовки фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти зі спеціальності 226 «Фармація, промислова фармація» 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  
К.ф.-м.н., доцент Павло ЖУМАТІЙ

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

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Леонід ГОДЛЕВСЬКИЙ  
Погоджено із гарантом ОПІ \_\_\_\_\_ Ліана УНГУРЯН

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 Змістових підрозділів – 7	Обов'язкова	
	Рік підготовки	1
	Семестр	II
	Лекції	10
	Практичні	50 годин
	Самостійна робота	60 годин
	У т.ч. індивідуальні завдання	0
	Форма підсумкового контролю	Диф.залік

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни — компетентності, програмні результати навчання

### 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

- **Мета:** Опанування здобувачем базових знань та формування компетентностей в галузі професійної діяльності, та закладання фундаменту для вивчення здобувачами біологічної фізики, фізичних методів аналізу та метрології у фармації, фізичної та біологічної хімії, фармакокінетики, аналітичної хімії, організації та економіки у фармації, інформаційних технологій у фармації.

#### **Завдання:**

1. Формування вмінь та навичок з математичних методів дослідження у практичних ситуаціях.

2. Опанування вмінням визначати статистичні методи, необхідні для обробки дослідних даних при розв'язанні типових найбільш поширених задач та користуватись ними.

### **Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних компетентностей:**

#### ***Інтегральна компетенція***

ІК. Здатність розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у сфері фармації та критично осмислювати й вирішувати практичні проблеми у професійній фармацевтичній діяльності із застосуванням положень, теорій та методів фундаментальних, хімічних, технологічних, біомедичних та соціально-економічних наук; інтегрувати знання та вирішувати складні питання, формулювати судження за недостатньої або обмеженої інформації; зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та їх обґрунтованість до фахової та нефахової аудиторії.  
Здатність продовжувати навчання з високим ступенем автономії.

#### ***Загальні компетенції***

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, вчитися і бути сучасно навченим.

ЗК02. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК05. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК06. Здатність працювати в команді.

ЗК11. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК15. Знання та розуміння предметної галузі та розуміння професійної діяльності

ЗК16. Здатність проведення експериментальних досліджень на відповідному рівні.

#### ***Фахові компетенції***

ФК01. Здатність інтегрувати знання та розв'язувати складні задачі фармації у широких або мультидисциплінарних контекстах.

ФК02. Здатність збирати, інтерпретувати та застосувати дані, необхідні для професійної діяльності, здійснення досліджень та реалізації інноваційних проєктів у сфері фармації.

ФК04. Здатність зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію у сфері фармації до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються.

### ***Очікувані результати навчання.***

ПРН01. Мати та застосовувати спеціалізовані концептуальні знання у сфері фармації та суміжних галузях з урахуванням сучасних наукових здобутків.

ПРН02. Критично осмислювати наукові і прикладні проблеми у сфері фармації.

ПРН03. Мати спеціалізовані знання та уміння/навички для розв'язання професійних проблем і задач, у тому числі з метою подальшого розвитку знань та процедур у сфері фармації.

### **У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен:**

#### **Знати:**

- основи математичного аналізу та математичної статистики і використання специфічних для фізичних методів аналізу та метрології у фармації, біологічної та медичної фізики, фізичної та біологічної хімії, фармакокінетики, аналітичної хімії, організації та економіки у фармації, інформаційних технологій у фармації математичних методів.
- основи біофізики і використання специфічних для фармації, біологічної та медичної фізики, фізичної та біологічної хімії, фармакокінетики, аналітичної хімії фізичних методів аналізу та метрології.

#### **Вміти:**

- поповнювати знання і розуміння основних математичних характеристик медико-біологічних систем, фізичних основ процесів, що відбуваються у живих організмах
- інтегрувати базові знання з фізики, хімії, біології, математики, інформаційних технологій задля створення фундаменту професійних компетентностей.
- збирати, реєструвати і аналізувати дані медико-біологічних досліджень за допомогою відповідних статистичних методів і технологічних засобів.
- застосовувати кількісні методи при дослідженні медико-біологічних процесів.
- трактувати загальні фізичні та біофізичні закономірності, що лежать в основі функціонування організму людини.
- пояснювати математичні основи функціонування та застосування сучасних (електронних) медичних пристроїв.
- аналізувати склад і фізичні принципи дії медичних пристроїв та обладнання.
- проводити математичну обробку результатів лабораторних досліджень.

#### **Оволодіти навичками:**

- математичного аналізу та математичної статистики і використання специфічних для фізичних методів аналізу та метрології у фармації, біологічної та медичної фізики, фармакокінетики математичних методів.
- математичної обробки результатів лабораторних досліджень.
- аналізу складу і фізичних принципів дії медичних пристроїв та обладнання.
- використання специфічних для фармації, біологічної та медичної фізики, фармакокінетики фізичних методів аналізу та метрології.
- аналізу складу і фізичних принципів дії медичних пристроїв та обладнання.

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Змістовий підрозділ 1. Основи біомеханіки.**

##### **Тема 1. Механічний 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. Коливання, їх різновиди: вільні, вимушені, параметричні. Основні поняття теорії коливань. Диференціальне рівняння вільних коливань і його розв'язок. Швидкість і прискорення. Енергія коливань. Додавання гармонійних коливань однакової частоти. Диференціальне рівняння затухаючих коливань і його розв'язок. Амплітуда, частота, енергія затухаючих коливань. Диференціальне рівняння вимушених коливань і його рішення частоти. Резонанс.

##### **Тема 2. 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. Ударні хвилі. Ефект Доплера і його використання. Природа і види звуку. Фізичні характеристики звуку. Характеристики слухового сприйняття. Закон Вебера-Фехнера. Звукові вимірювання. Аудиометрія. Ультразвук і його застосування в медицині. Інфразвук. Вібрації.

##### **Тема 3. Механічні властивості твердих тіл і рідин. Гідро та гемодинаміка.**

Тверді тіла. Механічна напруга і його складові. Види деформацій і їх характеристики. Пружні деформації. Механічні властивості твердих тіл. Коефіцієнт Пуассона. Закон Гука. Діаграма розтягу. Межа пропорційності. Межа пружності. Залишкові деформації. Межі текучості і міцності. Негуковські матеріали. В'язкопружність. Прості в'язкопружні моделі: тіло Максвелла, тіло Фойгта та тіло Кельвіна. В'язкопружність біоматеріалів. Рідини. Напруга зсуву та швидкість зсуву. Динамічна і кінематична в'язкості рідин. Формула Ньютона. Ньютонівські і неньютонівські рідини: Бингама-Шведова та Кессона. Плин в'язкої рідини. Плин ламінарний і турбулентний. Число Рейнольдса. Плин в'язких рідин по

трубам. Формула Пуазейля. Рух тіл у в'язких рідинах. Закон Стокса. Методи визначення динамічної в'язкості. Гемодинаміка. Моделі системи кровообігу.

## **Змістовий підрозділ 2. Тепловий рух.**

### **Тема 4. Молекулярна фізика.**

Ідеальний газ. Тиск, температура, кінетична енергія поступального руху. Рівняння стану ідеального газу. Розподіл Максвелла за швидкістю. Середньоквадратична, середня та найбільш ймовірна швидкості молекул. Середня довжина вільного пробігу молекул. Молярна теплоємність ідеального газу. Ступені свободи молекули та молярна теплоємність. Адіабатичне розширення ідеального газу. Реальні гази. Рівняння стану реального газу. Фазові переходи..

### **Тема 5. Основи термодинаміки.**

Термодинамічна система та її параметри. Відкриті, закриті та ізольовані системи. Термодинамічні процеси. Оборотні та необоротні процеси. Внутрішня енергія тіл та засоби її зміни: робота та теплопередача. Перший закон термодинаміки. Другий закон термодинаміки. Ентропія. Принцип Больцмана. Основне рівняння термодинаміки. Термодинамічні потенціали. Хімічний та електрохімічний потенціал. Нерівноважна термодинаміка. Стаціонарний стан. Принцип Пригожина. Організм як відкрита система.

## **Змістовий підрозділ 3. Біофізика клітинних мембран.**

### **Тема 6. Транспорт через клітинні мембрани.**

Пасивний транспорт молекул. Дифузія нейтральних молекул. Закон Фіка. Проникність мембран і опір потоку речовин. Полегшена і обмінна дифузія. Осмос. Осмотичний тиск. Фільтрація. Пасивний транспорт іонів. Рівняння Нернста-Планка. Активний транспорт в біосистемах. Механізм активного транспорту іонів та органічних речовин. Натрій-калієвий насос.

### **Тема 7. Біопотенціали.**

Біопотенціали спокою. Рівноважні потенціали. Донанівське рівновага і потенціал Донана. Рівноважний потенціал Нернста. Стаціонарні потенціали Гольдмана-Ходжкина-Катца та Томаса. Біопотенціали дії. Іонні струми крізь мембрани. Досліди Ходжкина, Хакслі і Катца, основні висновки. Модель натрієвого каналу. Розповсюдження потенціалу дії з немієлінізованому нервовому волокну. Телеграфне рівняння та головні параметри. Мієлінізовані нервові волокна.

## **Змістовий підрозділ 4. Електрика.**

### **Тема 8. Електричне поле. Електричний струм.**

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 уніполь і диполь. Дипольний електричний генератор серця. Вектор серця. Поняття про мультиполь. Багатодипольний еквівалентний електричний генератор серця. Фізичні основи електрокардіографії. Електричний струм. Закон Ома. Електропровідність та опір тканин організму. Гальванізація та електрофорез. Дія аероіонів на організм людини. Термоелектричні явища. П'єзоелектрики. Квазістаціонарні струми. Змінний струм. Закони Кірхгофа. Активний і реактивний опори. Повний опір кола змінного струму. Резонанси напруги і струмів. Потужність в колі змінного струму. Електропровідність біологічних тканин і рідин. Реографія.

### **Тема 9. Магнітне поле. Електромагнітні хвилі.**

Магнітний момент контуру із струмом. Вектор індукції магнітного поля. Магнітний потік. Закон Ампера. Дія магнітного поля на контур із струмом. Енергія магнітного поля. Дія магнітного поля на рухомий заряд. Сила Лоренца. Електростатичні і магнітні електронні лінзи. Напруженість магнітного поля. Закон Біо-Савара-Лапласа. Закон повного струму. Закон електромагнітної індукції. Фізичні основи електрокардіографії. Вільні електромагнітні коливання. Затухаючі електромагнітні коливання. Теорія Максвелла. Струм зсуву. Рівняння Максвелла. Електромагнітні хвилі і їх властивості. Швидкість розповсюдження електромагнітних хвиль. Показник заломлення. Енергія електромагнітних хвиль. Вектор Пойнтінга. Шкала електромагнітних хвиль. Дія електромагнітними хвилями на тканини організму.

## **Змістовий підрозділ 5. Оптика.**

### **Тема 10. Хвильова оптика.**

Світлові хвилі. Когерентні джерела і когерентні світлові хвилі. Інтерференція світла. Умови максимуму і мінімуму. Інтерференція світла в тонких пластинках (плівках). Інтерферометри і їх застосування. Інтерференційний мікроскоп. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція. Дифракція на щілині. Дифракційна решітка. Основи рентгеноструктурного аналізу. Поняття про голографію. 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. Оптична вісь. Позитивні і негативні кристали. Будова і призначення призми Ніколя. Дихроїзм. Поляроїди. Обертання площини поляризації. Оптично активні речовини. Поляриметрія. Поляризаційна мікроскопія і її використання в дослідженнях.

### **Тема 11. Геометрична оптика.**

Геометрична оптика як граничний випадок хвилевої оптики. Закони відбивання і заломлення світла. Лінзи і їх основні аберації. Центрована оптична система. Будова ока людини. Око як центрована оптична система. Акомодація, відстань якнайкращого зору. Найменша точка зору, гострота зору. Недоліки оптичної системи ока. Оптична система біологічного мікроскопа. Корисне збільшення мікроскопа. Волоконна оптика і її використання в ендоскопії.

### **Тема 12. Квантова оптика.**

Теплове випромінювання. Природа і властивості теплового випромінювання. Характеристики теплового випромінювання. Чорне і сіре тіла. Закон Кірхгофа. Закони випромінювання чорного тіла. Термографія. Сонячне випромінювання. Інфрачервоне випромінювання. Ультрафіолетове випромінювання, його біологічна дія. Фотоелектричний ефект. Фотоелектронні прилади. Основні світлові величини. Випромінювання і поглинання енергії атомами і молекулами. Види квантових переходів. Спектри випромінювання і поглинання. Поглинання світла. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Колориметрія. Розсіяння світла. Закон Релея. Нефелометрія. Оптичні атомні спектри. Спектр атома водню. Молекулярні спектри. Люмінесценція. Флюоресценція і фосфоресценція. Закон Стокса. Люмінесцентний аналіз. Люмінесцентна мікроскопія. Хемілюмінесценція. Фотобіологічні процеси. Зорова адаптація. Зорова рецепція.

## **Змістовий підрозділ 6. Квантова механіка.**

### **Тема 13. Елементи квантової механіки**

Гіпотеза де Бройля. Хвильові властивості мікрооб'єктів. Електронний мікроскоп і його використання. Хвильова функція і її фізичний зміст. Рівняння Шредінгера. Співвідношення Гейзенберга. Атом водню. Квантові числа. Теорія Бора. Принцип Паулі. Багатоелектронні атоми. Енергетичні рівні молекул.

#### **Тема 14. Квантово-механічні методи дослідження біоб'єктів.**

Спонтанне і індукується випромінювання. Метастабільні стани. Інверсна населеність енергетичних рівнів. Квантові генератори (мазер, лазери, разери, газери. Гелій-неоновий лазер. Властивості індукованого випромінювання. Розщеплювання енергетичних рівнів атомів в магнітному полі. Електронний парамагнітний резонанс (ЕПР) і ядерний магнітний резонанс ЯМР). ЯМР-інтроскопія.

#### **Змістовий підрозділ 7. Іонізуючі випромінювання.**

#### **Тема 15. 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 послаблення. Поглинання рентгенівського випромінювання речовиною. Лінійний і масовий коефіцієнти поглинання. Фізичні основи рентгенодіагностики і рентгенотерапії. Комп'ютерна рентгенівська томографія.

#### **Тема 16. Радіоактивність. Дозиметрія.**

Основний закон радіоактивного розпаду. Активність і питома активність, одиниці вимірювання. Альфа-розпад і бета-розпад. Електронне захоплення. Взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною. Електронно-позитронні пари. Анігіляція. Дія гамма- випромінювання. Біофізичні основи дії іонізуючого випромінювання на організм. Детектори іонізуючих випромінювань. Доза поглинання. Експозиційна доза. Еквівалентна доза. Відносна біологічна ефективність (ВБЕ) іонізуючого випромінювання. Диференційний залік.

### **4. Структура навчальної дисципліни**

Назва теми	Кількість годин					
	Усього	Лекції	Семінари	Практика	Лабораторні	СРЗ
Тема 1. Механічний рух.	7	0	0	4	0	3
Тема 2. Механічні хвилі. Акустика. Фізика слуху.	8	1	0	4	0	3
Тема 3. Механіка суцільних середовищ.	8	1	0	4	0	3
<i>Всього за змістовним модулем 1</i>	23	2	0	12	0	9
<b>Змістовий підрозділ 2. Тепловий рух.</b>						
Тема 4. Молекулярна фізика.	7	0	0	4	0	3
Тема 5. Основи термодинаміки.	10	2	0	4	0	4
<i>Всього за змістовним модулем 2</i>	17	2	0	8	0	7
<b>Змістовий підрозділ 3. Біофізика клітинних мембран.</b>						



Тема 6. Транспорт через клітинні мембрани.	5	0	0	2	0	3
Тема 7. Біопотенціали.	7	1	0	2	0	4
<i>Всього за змістовним модулем 3</i>	12	1	0	4	0	7
<b>Змістовий підрозділ 4. Електрика.</b>						
Тема 8. Електричне поле. Електричний струм.	8	1	0	4	0	3
Тема 9. Магнітне поле. Електромагнітні хвилі.	7	0	0	4	0	3
<i>Всього за змістовним модулем 4</i>	15	1	0	8	0	6
<b>Змістовий підрозділ 5. Оптика.</b>						
Тема 10. Хвильова оптика.	10	2	0	4	0	4
Тема 11. Геометрична оптика.	5	0	0	2	0	3
Тема 12. Квантова оптика.	6	0	0	2	0	4
<i>Всього за змістовним модулем 5</i>	21	2	0	8	0	11
<b>Змістовий підрозділ 6. Квантова механіка.</b>						
Тема 13. Елементи квантової механіки.	7	0	0	4	0	3
Тема 14. Квантово-механічні методи дослідження.	6	0	0	2	0	4
<i>Всього за змістовним модулем 6</i>	13	0	0	6	0	7
<b>Змістовий підрозділ 7. Іонізуючі випромінювання.</b>						
Тема 15. Рентгенівське випромінювання.	6	1	0	2	0	3
Тема 16. Радіоактивність. Дозиметрія.	6	1	0	2	0	3
Підготовка до диференційного заліку	7	0	0	0	0	7
<i>Всього за змістовним модулем 7</i>	19	2	0	4	0	13
<i>Всього за другою частиною</i>	120	10	0	50	0	60
<i>Індивідуальні заняття</i>	0	0	0	0	0	0

## 5. Теми лекційних / семінарських / практичних / лабораторних занять

### 5.1. Теми лекційних занять

№	Назва теми	Кількість годин
1	<p><b>Тема 3. Лекція 1.</b> Механіка суцільних середовищ та основи біореології.</p> <p>Механічні хвилі та їх види. Швидкість їх поширення. Гармонічна хвиля, її основні характеристики. Швидкість розповсюдження хвиль, довжина хвилі, період. Хвильове рівняння та його рішення (плоска та сферична хвилі) Енергетичні характеристики хвилі. Ударні хвилі. Ефект Доплера та його використання. Акустика. Фізичні характеристики звуку. Характеристики слухового сприймання. Закон Вебера-Фехнера. Ультразвук та його застосування в фармації та медицині. Інфразвук. Вібрації. Механічна напруга та її складові. Види деформацій та їх характеристики. Пружні деформації. Коефіцієнт Пуассона. Закон Гука. Діаграма розтягування. Рідини. Швидкість зсуву. Динамічна та кінематична в'язкості рідин. Формула Ньютона. Ньютонівські та неньютонівські рідини. Плин в'язкої рідини. Число Рейнольда. Формула Пуазейля. Закон Стокса. Гемодинаміка.</p>	2
2	<p><b>Тема 5. Лекція 2.</b> Основи термодинаміки.</p> <p>Термодинаміка. Термодинамічна система та її параметри. Термодинамічні процеси. Перший закон термодинаміки. Теплота, робота і внутрішня енергія. Другий закон термодинаміки. Ентропія. Принцип Больцмана. Основне рівняння термодинаміки. Термодинамічні потенціали. Нерівноважна термодинаміка. Принцип Пригожина. Принцип Інгланда.</p>	2
3	<p><b>Тема 7-8. Лекція 3.</b> Електричні явища. Біопотенціали.</p> <p>Електричне поле, його характеристики. Провідники та діелектрики в електричному полі. Поляризація. Електричний диполь. Струмівий диполь. Електричний вектор серця. Електрокардіографія. Електричний струм. Постійний струм. Закон Ома. Термоелектричні ефекти. П'єзоелектрики. Аероіони та їх дія на організм людини. Квазістаціонарні струми. Змінний струм. Повний опір кола змінного струму. Резонанси напруг та струмів. Потужність у колі змінного струму. Реографія. Фізика клітинних мембран. Моделі мембран. Пасивний транспорт молекул. Дифузія нейтральних молекул. Закон Фіка. Полегшена та обмінна дифузія. Осмос. Фільтрація. Пасивний транспорт іонів. Рівняння Нернста-</p>	2

	Планка. Активний транспорт. Натрій-калієвий насос. Біопотенціали спокою. Рівноважні потенціали. Донанівська рівновага і потенціал Донана. Потенціал Нернста. Стаціонарні потенціали Гольдмана-Ходжкіна-Катца та Томаса. Біопотенціали дії. Телеграфне рівняння та головні параметри. Мієлінізовані нервові волокна.	
4	<b>Тема 10. Лекція 4. Хвильова оптика.</b> Когерентні світлові хвилі. Інтерференція. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція та дифракційна решітка. Голографія та її використання. Природне та поляризоване світло. Закон Малюса. Закон Брюстера. Явище подвійного променезаломлення. Оптичні вісі. Призма Ніколя. Дихроїзм. Поляроїди. Оптично активні речовини. Поляриметрія. Поляризаційна мікроскопія.	2
5	<b>Тема 15-16. Лекція 5. Рентгенівське випромінювання. Радіоактивність.</b> Рентгенівська трубка. Гальмівне рентгенівське випромінювання. Характеристичне рентгенівське випромінювання. Закон Мозлі. Ефекти дії рентгенівського випромінювання на речовину. Рентгенодіагностика та рентгенотерапія. Радіоактивність. Основний закон радіоактивного розпаду. Активність та питома активність. Альфа-розпад. Бета-розпад. Електронне захоплення. Взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною. Детектори іонізуючих випромінювань. Доза поглинання, експозиційна доза та еквівалентна доза. Коефіцієнт якості (відносна біологічна ефективність).	2

## 5.2. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені.

## 5.3. Теми практичних занять

№	Назва теми	Кількість годин
1	<b>Тема 1. Практичне заняття 1. Кінематика.</b> Механічний рух. 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.	2

2	<p><b>Тема 1. Практичне заняття 2. Динаміка.</b></p> <p>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.</p>	2
3	<p><b>Тема 2. Практичне заняття 3. Механічні хвилі.</b></p> <p>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).</p>	2
4	<p><b>Тема 2. Практичне заняття 4.</b></p> <p>Акустика. Фізика слуху. 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. Аудіометрія. Ультразвук і його застосування в медицині. Інфразвук. Вібрації і їх застосування в медицині.</p>	2
5	<p><b>Тема 3. Практичне заняття 5. Механіка суцільних середовищ.</b></p> <p>Механічні властивості твердих тіл і біотканин. 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.</p>	2
6	<p><b>Тема 3. Практичне заняття 6. Основи біореології. Механічні властивості рідин.</b></p> <p>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</p>	2

	Пуазейля. Рух тіл у в'язких рідинах. Закон Стоксу. Методи визначення динамічної в'язкості.	
7	<p><b>Тема 4. Практичне заняття 7.</b> Молекулярна фізика ідеального газу.</p> <p>Ідеальний газ. Тиск, температура, кінетична енергія поступального руху. Рівняння стану ідеального газу. Ізобаричний, ізохоричний та ізотермічний процеси в ідеальному газі. Розподіл Максвелла за швидкістю. Середньоквадратична, середня та найбільш ймовірна швидкості молекул. Середня довжина вільного пробігу молекул. Адіабатичне розширення ідеального газу.</p>	2
8	<p><b>Тема 4. Практичне заняття 8.</b> Молекулярна фізика реальних газів.</p> <p>Реальні гази. Рівняння стану реального газу. Молярна теплоємність реального газу. Диполь-дипольна взаємодія молекул реального газу. Ступені свободи молекули та молярна теплоємність. Рівняння ван дер Ваальса. Ізотерми ван дер Ваальса. Фазові переходи.</p>	2
9	<p><b>Тема 5. Практичне заняття 9.</b> Основи термодинаміки.</p> <p>Термодинамічна система та її параметри. Відкриті, закриті та ізольовані системи. Термодинамічні процеси. Оборотні та необоротні процеси. Внутрішня енергія тіл та засоби її зміни: робота та теплопередача. Перший закон термодинаміки. Другий закон термодинаміки. Ентропія. Принцип Больцмана. Основне рівняння термодинаміки.</p>	2
10	<p><b>Тема 5. Практичне заняття 10.</b> Термодинамічні потенціали.</p> <p>Хімічний і електрохімічний потенціал. Нерівноважна термодинаміка. Стаціонарний стан. Принцип Пригожина. Нелінійні термодинамічні процеси. Організм як відкрита система. Основи термометрії та калориметрії.</p>	2
11	<p><b>Тема 6. Практичне заняття 11.</b> Транспорт через клітинні мембрани.</p> <p>Пасивний транспорт молекул. Дифузія нейтральних молекул. Закон Фіка. Проникність мембран і опір потоку речовин. Полегшена і обмінна дифузія. Осмос. Осмотичний тиск. Фільтрація. Пасивний транспорт іонів. Рівняння Нернста-Планка. Активний транспорт в біосистемах Механізм активного транспорту іонів та органічних речовин. Натрій-калієвій насос.</p>	2

12	<p><b>Тема 7. Практичне заняття 12.</b> Біопотенціали.</p> <p>Біопотенціали спокою. Рівноважні потенціали. Донанівське рівновага і потенціал Донана. Рівноважний потенціал Нернста. Стаціонарні потенціали Гольдмана-Ходжкина-Катца та Томаса. Біопотенціали дії. Іонні струми крізь мембрани. Досліди Ходжкина, Хакслі і Катца, основні висновки. Модель натрієвого каналу. Розповсюдження потенціалу дії з немієлінізованому нервовому волокні. Телеграфне рівняння та головні параметри. Мієлінізовані нервові волокна.</p>	2
13	<p><b>Тема 8. Практичне заняття 13.</b> Електричне поле.</p> <p>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. Струмивий уніполь і диполь. Дипольний електричний генератор серця. Вектор серця. Поняття про мультиполь. Багатодипольний еквівалентний електричний генератор серця. Фізичні основи електрокардіографії.</p>	2
14	<p><b>Тема 8. Практичне заняття 14.</b> Електричний струм.</p> <p>Закон Ома. Електропровідність та опір тканин організму. Гальванізація та електрофорез. Дія аероіонів на організм людини. Термоелектричні явища. П'єзоелектрики. Квазістаціонарні струми. Змінний струм. Закони Кірхгофа. Активний і реактивний опори. Повний опір кола змінного струму. Резонанси напруги і струмів. Потужність в колі змінного струму. Електропровідність біологічних тканин і рідин. Реографія.</p>	2
15	<p><b>Тема 9. Практичне заняття 15.</b> Магнітне поле.</p> <p>Електромагнітні хвилі. Магнітний момент контуру із струмом. Вектор індукції магнітного поля. Магнітний потік. Закон Ампера. Дія магнітного поля на контур із струмом. Енергія магнітного поля. Дія магнітного поля на рухомий заряд. Сила Лоренца. Електростатичні і магнітні електронні лінзи. Напруженість магнітного поля. Закон Біо-Савара-Лапласа. Закон повного струму. Закон електромагнітної індукції. Фізичні основи електрокардіографії.</p>	2
16	<p><b>Тема 9. Практичне заняття 16.</b> Електромагнітні хвилі.</p> <p>Вільні електромагнітні коливання. Затухаючі електромагнітні коливання. Теорія Максвелла. Струм зсуву. Рівняння Максвелла. Електромагнітні хвилі і їх властивості. Швидкість</p>	2

	розповсюдження електромагнітних хвиль. Показник заломлення. Енергія електромагнітних хвиль. Вектор Пойнтінга. Шкала електромагнітних хвиль. Дія електромагнітними хвилями на тканини організму.	
17	<p><b>Тема 10. Практичне заняття 17.</b> Хвильова оптика.</p> <p>Когерентні джерела і когерентні світлові хвилі. Інтерференція світла. Умови максимуму і мінімуму. Інтерференція світла в тонких пластинках (плівках). Інтерферометри і їх застосування. Інтерференційний мікроскоп. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція. Дифракція на щілині. Дифракційна решітка. Основи рентгеноструктурного аналізу. Поняття про голографію.</p>	2
18	<p><b>Тема 10. Практичне заняття 18.</b> Природне і поляризоване світло.</p> <p>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. Оптична вісь. Позитивні і негативні кристали. Будова і призначення призми Ніколя. Дихроїзм. Поляріди. Обертання площини поляризації. Оптично активні речовини. Поляриметрія. Поляризаційна мікроскопія і її використання в дослідженнях.</p>	2
19	<p><b>Тема 11. Практичне заняття 19.</b> Геометрична оптика.</p> <p>Геометрична оптика як граничний випадок хвильової оптики. Закони відбивання і заломлення світла. Лінзи і їх основні аберації. Центрована оптична система. Будова ока людини. Око як центрована оптична система. Акомодація, відстань якнайкращого зору. Найменша точка зору, гострота зору. Недоліки оптичної системи ока. Оптична система біологічного мікроскопа. Корисне збільшення мікроскопа. Волоконна оптика і її використання в ендоскопії.</p>	2
20	<p><b>Тема 12. Практичне заняття 20.</b> Квантова оптика.</p> <p>Теплове випромінювання. Природа і властивості теплового випромінювання. Характеристики теплового випромінювання. Чорне і сіре тіла. Закон Кірхгофа. Закони випромінювання чорного тіла. Термографія. Сонячне випромінювання. Інфрачервоне випромінювання. Ультрафіолетове випромінювання, його біологічна дія. Фотоелектричний ефект. Фотоелектронні прилади. Основні світлові величини. Випромінювання і поглинання енергії атомами і молекулами. Види квантових переходів. Спектри випромінювання і поглинання. Поглинання світла. Закон Бугера-</p>	2

	<p>Ламберта-Бера. Колориметрія. Розсіяння світла. Закон Релея. Нефелометрія. Оптичні атомні спектри. Спектр атома водню. Молекулярні спектри. Люмінесценція. Флуоресценція і фосфоресценція. Закон Стокса. Люмінесцентний аналіз. Люмінесцентна мікроскопія. Хемілюмінесценція. Фотобіологічні процеси. Зорова адаптація. Зорова рецепція.</p>	
21	<p><b>Тема 13. Практичне заняття 21.</b> Елементи квантової механіки.</p> <p>Гіпотеза де Бройля. Хвильові властивості мікрооб'єктів. Електронний мікроскоп і його використання. Впіввідношення між квазіімпульсом та довжиною хвилі. Хвильове число. Дифракційна границя. Хвильова функція і її фізичний зміст.</p>	2
22	<p><b>Тема 13. Практичне заняття 22.</b> Рівняння Шредінгера.</p> <p>Співвідношення Гейзенберга. Атом водню. Квантові числа. Числа заповнення квантових рівнів атомів та молекул. Теорія Бора. Принцип Паулі. Багатоелектронні атоми. Поняття про молекулярні орбіталі. Енергетичні рівні молекул. Електронна структура молекул. Спектри молекул. Заборонені по симетрії переходи.</p>	2
23	<p><b>Тема 14. Практичне заняття 23.</b> Квантово-механічні методи дослідження.</p> <p>Спонтанне і індуковане випромінювання. Метастабільні стани. Інверсна населеність енергетичних рівнів. Квантові генератори (мазер, лазери, разери, газери. Гелій-неоновий лазер. Властивості індукованого випромінювання. Розщеплювання енергетичних рівнів атомів в магнітному полі. Електронний парамагнітний резонанс (ЕПР) і ядерний магнітний резонанс ЯМР). ЯМР-інтроскопія.</p>	2
24	<p><b>Тема 15. Практичне заняття 24.</b> Рентгенівське випромінювання.</p> <p>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 послаблення. Поглинання рентгенівського випромінювання речовиною. Лінійний і масовий коефіцієнти поглинання. Фізичні основи рентгенодіагностики і рентгенотерапії. Комп'ютерна рентгенівська томографія.</p>	2



25	<p><b>Тема 16. Практичне заняття 25. Радіоактивність.</b></p> <p>Дозиметрія. Основний закон радіоактивного розпаду. Активність і питома активність, одиниці вимірювання. Альфа-розпад і бета-розпад. Електронне захоплення. Взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною. Електронно-позитронні пари. Анігіляція. Дія гамма-випромінювання. Біофізичні основи дії іонізуючого випромінювання на організм.. Детектори іонізуючих випромінювань. Доза поглинання. Експозиційна доза. Еквівалентна доза. Відносна біологічна ефективність (ВБЕ) іонізуючого випромінювання. <b>Диференційний залік.</b></p>	2
----	--	---

#### 5.4.Теми лабораторних занять

Лабораторні заняття не передбачені.

### 6. Самостійна робота здобувача вищої освіти

1	Підготовка до практичного заняття 1	3
2	Підготовка до практичного заняття 3	3
3	Підготовка до практичного заняття 4	3
4	Підготовка до практичного заняття 5	3
5	Підготовка до практичного заняття 6	4
6	Підготовка до практичного заняття 7	3
7	Підготовка до практичного заняття 8	4
8	Підготовка до практичного заняття 9	3
9	Підготовка до практичного заняття 10	3
10	Підготовка до практичного заняття 11	4
11	Підготовка до практичного заняття 12	4
12	Підготовка до практичного заняття 13	4
13	Підготовка до практичного заняття 14	3
14	Підготовка до практичного заняття 15	4
15	Підготовка до практичного заняття 16	3
16	Підготовка до практичного заняття 17	3
17	Підготовка до диференційного заліку	6
Всього		<b>60</b>

### 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, оцінювання активності на занятті.

**Підсумковий контроль:** диференційований 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**

<b>Оцінка</b>	<b>Критерії оцінювання</b>
Відмінно «5»	Здобувач вільно володіє матеріалом, бере активну участь в обговоренні та вирішенні ситуаційної клінічної задачі, впевнено демонструє практичні навички під час огляду хворої дитини 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 хворої дитини 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 хворої дитини 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 хворої дитини та інтерпретації даних клінічного, лабораторних та інструментальних досліджень.

До підсумкового контролю у формі диференційованого заліку допускаються лише ті здобувачі, які виконали вимоги навчальної програми з дисципліни, не мають академічної заборгованості та їх середній бал за поточну навчальну діяльність з дисципліни становить не менше 3,00.

**Оцінювання результатів навчання здобувачів під час підсумкового контролю – диференційованого заліку**

<b>Зміст оцінюваної діяльності</b>	<b>Кількість</b>
Відповідь на теоретичні запитання.	2
Розв'язання академічної задачі.	3

**Критерії оцінювання результатів навчання здобувачів під час підсумкового контролю – диференційованого заліку**

<b>Оцінка</b>	<b>Критерії оцінювання</b>
Відмінно «5»	Здобувач систематично працює протягом семестру, показує різнобічні і глибокі знання програмного матеріалу на екзамені, успішно виконує завдання, передбачені програмою, засвоює зміст основної та додаткової літератури, усвідомлює взаємозв'язок окремих розділів дисципліни і їх значення для майбутньої професії, проявляє творчі здібності у розумінні та використанні навчально-програмного матеріалу, здатний до самостійного оновлення і поповнення знань; рівень компетентності – високий (творчий).
Добре «4»	Здобувач виявляє повні знання навчально-програмного матеріалу, успішно виконує завдання, передбачені програмою, засвоює основну літературу, рекомендовану програмою, показує достатній рівень знань з дисципліни і здатний до їх самостійного оновлення та поновлення; рівень компетентності – достатній (конструктивно-варіативний).
Задовільно «3»	Здобувач виявляє знання основного навчально-програмного матеріалу в необхідному обсязі для подальшого навчання та роботи за професією, справляється з виконанням завдань, передбачених програмою, допускає окремі помилки на диференційному заліку, але володіє необхідними знаннями для подолання допущених помилок під керівництвом науково-педагогічного працівника; рівень компетентності – середній (репродуктивний).
Незадовільно «2»	Здобувач не виявляє достатніх знань основного навчально-програмного матеріалу, допускає принципові помилки на диференційному заліку, не може без допомоги викладача використати знання для подальшого навчання, не оволодів навичками самостійної роботи; рівень компетентності – низький (рецептивно-продуктивний).

**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. Перелік питань до диференційного заліку

1. Поступальний та обертальний рух.
2. Кінематика обертального руху.

3. Динаміка обертального руху.
4. Кутовий момент. Закон збереження кутового моменту.
5. Вільні коливання. Диференціальне рівняння вільних коливань.
6. Диференціальне рівняння затухаючих коливань та його розв'язок.
7. Диференціальне рівняння вимушених коливань та його розв'язок.
8. Амплітуда та частота вимушених коливань. Резонанс.
9. Механічні хвилі. Види хвиль та швидкість поширення.
10. Характеристики хвиль.
11. Хвильове рівняння та його розв'язки – плоскі та сферичні хвилі.
12. Енергетичні характеристики хвиль.
13. Ефект Доплера.
14. Фізичні характеристики звуку.
15. Характеристики слухового сприймання.
16. Закон Вебера-Фехнера. Звукові вимірювання. Аудиометрія.
17. Ультразвук та інфразвук. Вібрації.
18. Механічна напруга та її складові.
19. Різновиди деформацій та їх характеристики.
20. Закон Гука.
21. Діаграма напруга-деформація.
22. Плин в'язкої рідини по трубі. Формула Гагена-Пуазейля.
23. Рух тіл у в'язких рідинах. Закон Стокса.
24. Гемодинаміка. Моделі системи кровообігу.
25. Ентропія. Принцип Больцмана.
26. Основне термодинамічне рівняння.
27. Термодинамічні потенціали.
28. Хімічний та електрохімічний потенціали.
29. Нерівноважна термодинаміка. Стаціонарний стан. Принцип Пригожина.
30. Дифузія молекул. Закон Фіка.
31. Проникність мембран та опір потоку речовини.
32. Полегшена то обмінна дифузія.
33. Осмос. Осмотичний тиск.
34. Фільтрація.
35. Пасивний транспорт іонів. Рівняння Нернста-Планка.
36. Активний транспорт речовин через мембрани.
37. Натрій-калієва помпа.
38. Доннанівська рівновага та потенціал Доннана.
39. Рівноважний потенціал Нернста.
40. Стаціонарні потенціали.
41. Провідники в електричному полі.
42. Діелектрики в електричному полі. Поляризація.
43. Електричний диполь. Еквівалентний генератор органів та тканин.
44. Мультідипольний еквівалентний генератор. Фізичні основи ЕКГ.
45. Постійний струм. Закон Ома.
46. Термоелектричні ефекти. П'єзоелектрики.
47. Гальванізація та електрофорез.
48. Потужність у колі змінного струму.
49. Електропровідність біологічних тканин та рідин. Реографія.
50. Магнітне поле та його характеристики.
51. Закон Ампера. Сила Лоренца.
52. Енергія магнітного поля.

53. Закон Біо-Савара-Лапласа.
54. Закон електромагнітної індукції.
55. Фізичні основи МКГ.
56. Електромагнітні коливання.
57. Дифракція. Дифракційна решітка.
58. Поляризатор та аналізатор. Закон Малюса.
59. Явища поляризації при відбитті та заломленні світла.
60. Ідеальна центрована оптична система.
61. Людське око як центрована оптична система.
62. Мікроскоп. Роздільна здатність мікроскопа.
63. Волоконна оптика та її застосування в ендоскопії.
64. Характеристики теплового випромінювання.
65. Абсолютно чорне тіло та сіре тіло. Закон Кірхгофа.
66. Закони випромінювання абсолютно чорного тіла. Інфрачервоне
67. Квантові генератори. Гелій-неоновий лазер.
68. Розщеплення енергетичних рівнів у магнітному полі.
69. ЕПР та ЯМР.
70. Види квантових переходів. Спектри випромінювання та поглинання.
71. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Колориметрія.
72. Розсіяння світла. Закон Релея. Нефелометрія.
73. Активність та питома активність, одиниці вимірювання.
74. Альфа-розпад, енергетичний спектр альфа-випромінювання.
75. Бета-розпад, енергетичний спектр бета-випромінювання. Нейтрино.
76. Електронне захоплення.
77. Дія радіоактивного вимірювання на речовину.
78. Експозиційна доза, її потужність, одиниці.
79. Поглинена доза, її потужність, одиниці.
80. Еквівалентна доза, її потужність, одиниці.

## 12. Рекомендована література

### Основна:

1. Личковський Е.І., Свердан П.Л., Тіманюк В.О., Чалий О. В. Вища математика. Вінниця, «Нова Книга», 2014, 632с.
2. Медична та біологічна фізика: навч. посіб. / В.П. Марценюк 2018.
3. 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.
4. 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.
5. Свідрук Т.А. Основи біологічної фізики і медична апаратура: навч. посіб. 2017.

### Додаткова:

1. Свердан П.Л. Біометрія. Теорія наукових досліджень. Підручник. – К: Знання, 2010. – 440 с.
2. Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М. Медична і біологічна фізика: Підруч.-Львів: Світ, 2003.
3. Зима В.Л. Біофізика. Збірник задач. К.: Вища шк., 2001.
4. Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура І.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.

- Біофізика. - К.:Обереги, 2001.
5. Тіманюк В.О., Животова О.М. Біофізика: Навч. посіб. для студ. фармацев. вищ. навч.закладів. – Х.: Вид-во НФАУ: Золоті сторінки, 2001.
  6. Медична і біологічна фізика / За ред. О.В.Чалого, 2-е видання - К. : Книга-плюс, 2005.
  7. 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.

### 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](http://www.mednavigator.net) (Медична пошукова система)
5. <https://physicsworld.com/c/medical-physics> (Інформаційні ресурси медичної і біологічної фізики)
6. <http://iomfp.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)