



МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Кафедра фізики

**МЕДИЧНА ТА БІОЛОГІЧНА ФІЗИКА**

**РОБОЧА ПРОГРАМА  
навчальної дисципліни**

підготовки перший (бакалаврський)  
(назва рівня вищої освіти)

галузі знань 22 Охорона здоров'я  
(шифр і назва галузі знань)

Спеціальності 224 «Технології медичної діагностики та лікування»  
(код і найменування освітньої програми)

Освітньої програми Лабораторна діагностика

2016 рік

---

Робоча програма навчальної дисципліни «**Медична та біологічна фізика**» спеціальності **224 «Технології медичної діагностики та лікування»** освітньої програми «**Лабораторна діагностика**» для студентів 1 курсу.

**Розробники:** Ромоданова Е.О., доцент кафедри фізики, канд. фіз.-мат. наук, доц.

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри фізики  
Протокол № 3 від «22» вересня 2016 року

В.о. зав. кафедри фізики \_\_\_\_\_ доктор ф.-м. наук, проф. Стороженко І.П.

Робоча програма схвалена на засіданні профільної методичної комісії технологічних дисциплін  
Протокол № 1 від «28» вересня 2016 року

Голова профільної комісії \_\_\_\_\_ доктор фарм. наук, проф. Ярних Т.Г.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Програма для вивчення обов'язкової навчальної дисципліни «Медична та біологічна фізика» складена відповідно до Стандарту вищої освіти України підготовки фахівців першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

галузі знань 22 «Охорона здоров'я»

спеціальності 224 «Технології медичної діагностики та лікування»

освітньої програми «Лабораторна діагностика».

Навчальна програма забезпечує: відповідність змісту галузевих стандартів вищої освіти, через безпосередній зв'язок змісту дисципліни з цілями вищої освіти (уміннями та здатностями фахівця, що визначені в ОКХ); також ліцензійним і акредитаційним умовам та вимогам; відповідність «Стандартам і рекомендаціям щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти»; можливість використання дисциплінарних компетенцій як інформаційної бази для формування засобів оцінки медичних та медико-діагностичних досліджень; однозначність критеріїв оцінювання навчальних досягнень.

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

Згідно навчального плану дисципліна «Медична та біологічна фізика» вивчається на першому році навчання.

Програма приведена у відповідність до наказу МОН України № 47 від 26.01.2015 «Про особливості формування навчальних планів» і структурована на 2 змістові модулі.

Предметом біологічної фізики є розуміння особливостей організму як системи, фізичних властивостей біологічно важливих молекул, молекулярних комплексів, клітин, а також фізичних і фізико-хімічних процесів, які відбуваються у цих системах. Біофізичні дослідження використовують при вивченні механізмів виникнення хвороб людини, методів лікування і діагностики, створенні нових лікарських засобів та можливостей контролю лікування, а також створенні нової медичної техніки. Комплекс відомостей з різних відділів, які знайшли застосування в медицині відрізняють в напрямку під назвою «медична фізика».

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни «Медична та біологічна фізика» є розуміння властивостей організму як системи, фізичних явищ, які складають основу життєдіяльності, дії фізичних факторів навколишнього і внутрішнього середовища на організм, можливостей моделювання фізіологічних процесів, розуміння фізичних основ функціональної і структурної діагностики та фізичних властивостей біоматеріалів.

**Міждисциплінарні зв'язки.** «Медична та біологічна фізика» як навчальна дисципліна інтегрується з такими загальноосвітніми дисциплінами як фізіологія, медична хімія, медична біологія, фізична та біологічна хімія, а також зі спеціальними дисциплінами – клінічна лабораторна діагностика; функціональна діагностика; сучасні методи діагностики, хвороби цивілізації, гігієна та екологія з гігієнічною експертизою.

**Інформаційний обсяг навчальної дисципліни.** На вивчення навчальної дисципліни відводиться 90 годин, 3 ЄКТС.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Медична та біологічна фізика» є формування у студентів системних знань про фізичні властивості та фізичні процеси у біологічних тканинах, органах та організмі в цілому. Медична та біологічна фізика є складовою частиною циклу загальнопрофесійних і спеціальних дисциплін, які формують теоретичну базу і практичні навички спеціалістів для роботи в науково-дослідних, лікувально-діагностичних лабораторіях та медично-біологічних закладах.

Основними **завданнями** навчальної дисципліни «Медична та біологічна фізика» є:

- освоєння студентами основ фізичних законів, явищ, процесів та їх особливостей у біологічних системах, тканинах та в організмі в цілому;

- можливості здобуття об'єктивної інформації про складний та функціональний стан клітин, органів і систем організму за допомогою аналізу фізичних та біофізичних методів та методик;

- розуміння особливостей дії фізичних факторів на життєдіяльність людини;
- розуміння особливостей біологічних систем як об'єктів для вивчення їх фізичними і біофізичними методами.

Досягнення цих цілей дозволить студентам оволодіти необхідними знаннями та вміннями, які допоможуть формуванню спеціалістів у галузі охорони здоров'я, а також для вивчення інших навчальних теоретичних і прикладних дисциплін.

### 3. Компетентності та заплановані результати навчання

Дисципліна «Медична і біологічна фізика» забезпечує набуття здобувачами освіти **компетентностей**:

- *інтегральні*:
  - здатність розв'язувати типові та складні спеціалізовані задачі, а також практичні проблеми у професійній діяльності із застосуванням положень, теорій та методів фундаментальних фізичних, хімічних, біологічних і медичних наук;
  - можливість визначення практично значущих досягнень біофізики для вирішення медико-діагностичних проблем та завдань охорони здоров'я;
  - ясно та недвозначно доносити свої висновки й знання, розумно їх обґрунтовуючи, до фахової та нефахової аудиторії;
  - здатність придбання нових знань, в галузі сучасних освітніх, фахових та інформаційних технологій.
- *загальні*:
  - здатність діяти соціально відповідально та свідомо;
  - здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
  - здатність до узагальнення, аналізу, розуміння цілей, шляхів та їх досягнень;
  - формування навичок до самостійної роботи, вміння самостійно роботи відповідні висновки щодо заданих тем.
- *спеціальні (фахові, предметні)*:
  - здатність використовувати основні закони природничонаукових дисциплін у професійних цілях, застосовувати методи математичного аналізу, моделювання, теоретичного та експериментальних досліджень;
  - використовувати методи і засоби знань та навчання для збільшення професійної компетентності;
  - можливість використовувати поняття та закономірності зі суміжних наук;
  - демонструвати знання основ біофізичних методів, котрі застосовуються в медико-діагностичних, гігієнічних та епідеміологічних дослідженнях;
  - розуміння, що знання законів біофізики надає можливість розробляти нові методи наукового дослідження й аналізу, а також усвідомлення того, що біофізичні методи можливо застосовувати для виявлення механізмів дії на організм факторів навколишнього та внутрішнього середовища, у тому числі фізичної, хімічної, техногенної природи та дії токсичних агентів;
  - формування теоретичних знань про біофізичні методи та їх застосування в медико-біологічних дослідженнях (особливості структури мембран, транспорту речовин, генерації біопотенціалів та можливості їх застосування для діагностики функціонального стану окремих органів та тканин, про закономірності роботи серцево-судинної, м'язової систем та ін.);
  - формування правової компетенції, знання правил техніки безпеки та гігієни в разі дії професійно обумовленого фактору;
  - можливість використання фізико-хімічних законів для пояснення особливостей процесів життєдіяльності;
  - вилучати основний зміст прикладних задач майбутньої діяльності та вирішувати їх на основі сучасних досягнень цієї галузі.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач освіти повинен

**знати:**

- основні фізичні та фізико-хімічні закони функціонування біологічних систем;
- спеціальну термінологію, необхідну для розуміння основних понять, законів та моделей, що застосовуються у біофізиці, теоретичних та експериментальних методах досліджень;
- фізичні основи будови та біофізичні основи функціонування клітинних структур;

- молекулярні механізми транспорту речовин та іонів через мембрани;
- механізми генерації біопотенціалів та можливості використання електрограм для оцінки функціонального стану організму;
- особливості дії акустичних полів на живий організм: глибина проникнення, залежність результату дії від інтенсивності; санітарні норми та методи захисту;
- можливості застосування акустичних полів у методах терапії та діагностики;
- особливості дії електричних полів на живий організм: можливості їх застосування в методах терапії та діагностики;
- особливості дії електромагнітних полів на живий організм: глибина проникнення, залежність механізмів дії від характеристик хвиль, санітарні норми та методи захисту;
- біофізичні основи системи кровообігу;
- біофізичні основи м'язового скорочення;
- біофізику зору;
- основні принципи математичного моделювання;
- одиниці вимірювання фізичних, фізико-хімічних і біологічних параметрів;
- літературу, де відображені сучасні експериментальні методики дослідження біологічних об'єктів на усіх рівнях організації;

**вміти:**

- будувати прості математичні моделі біологічних процесів;
- робити вибір параметрів для аналізу біологічних систем та процесів;
- формувати задачі та самостійно робити вибір шляху дослідження для відповіді на поставлену задачу;
- самостійно застосовувати та цілеспрямовано доповнювати свої знання й орієнтуватися у вирішенні нових завдань;

**володіти:**

- культурою мислення;
- здатністю до узагальнення, аналізу, сприйняття інформації;
- можливістю застосування методів і засобів пізнання для підвищення професійної компетентності;
- здатністю залучати поняття та закономірності з суміжних наук;
- навичками обробки результатів експериментів;
- вмінням логічно аргументувати свої думки.

**4. Структура навчальної дисципліни**

Назви змістових модулів і тем	Обсяг у годинах											
	Денна форма						Заочна форма					
	ЛД(2.0) / ЛД (3.0) / ЛД (4.0)											
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		сем	пз	лаб	с/р	л		сем	пз	лаб	с/р	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Змістовий модуль 1. Організм як система</b>												
Тема 1. Моделювання біологічних процесів	10 / 5 / 13	2 / 1 / 4	2 / 1 / 1	2 / 1 / 4	-	4 / 2 / 4						
Тема 2. Коливання та акустичні хвилі	10 / 6 / 9	2	2 / 1 / 1	2 / 1 / 2	-	4 / 2 / 4						
Тема 3. Явища переносу та біо-термодинаміка	10 / 5 / 9	2 / 1 / 2	2 / 1 / 1	2 / 1 / 2	-	4 / 2 / 4						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

<b>Тема 4. Основи біореології та гемодинаміки</b>	7 / 4 / 7	1 / - 1	1	1		4 / 2 / 4						
<b>Тема 5. Мембрани: особливості будови та властивості</b>	8 / 4 / 7	2 / 1 / 2	2 / - 1	2 / 1 / 2	-	2						
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>45 / 24 / 45</b>	<b>9 / 5 / 11</b>	<b>9 / 4 / 5</b>	<b>9 / 5 / 11</b>	-	<b>18 / 10 / 18</b>						
<b>Змістовий модуль 2. Дії фізичних факторів на організм</b>												
<b>Тема 6. Потенціали спокою та потенціали дії</b>	12 / 5 / 12	2 / 1 / 2	2 / 1 / 2	2 / 1 / 2	-	6 / 2 / 6						
<b>Тема 7. Біофізика клітин збудливих тканин</b>	5 / 5 / 7	1 / 1 / 2	1	1 / 1 / 2	-	2						
<b>Тема 8. Електричні та магнітні явища в біологічних тканинах</b>	10 / 5 / 11	2 / 1 / 3	2 / 1 / 1	2 / 1 / 3	-	4 / 2 / 4						
<b>Тема 9. Електромагнітні хвилі та їх взаємодія з речовиною та організмом</b>	18 / 6 / 15	4 / 1 / 4	4 / 1 / 1	4 / 2 / 4	-	6 / 2 / 6						
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>45 / 21 / 45</b>	<b>9 / 4 / 11</b>	<b>9 / 4 / 5</b>	<b>9 / 5 / 11</b>	-	<b>18 / 8 / 18</b>						
<b>Підсумковий модульний контроль</b>												
<b>Усього годин</b>	<b>90 / 45 / 90</b>	<b>18 / 9 22</b>	<b>18 / 8 10</b>	<b>18 / 10 22</b>	-	<b>36 / 18 / 36</b>						

### 5.Зміст програми навчальної дисципліни

#### *Змістовий модуль 1. Організм як система*

##### **Тема 1. Моделювання біологічних процесів**

Фармакокінетична камера. Константа елімінації, час напіввиведення: експериментальне визначення та одиниці вимірювання цих параметрів. Складання кінетичних рівнянь для моделі з підкамерою та багатовимірних моделей.

##### **Тема 2. Коливання та акустичні хвилі**

Коливальні процеси в живих організмах. Хвильові процеси та їх характеристики, одиниці вимірювання. Акустичні хвилі та їх характеристики: інтенсивність, рівень інтенсивності, звуковий тиск, об'ємна густина енергії. Ефект Доплера. Дія акустичних хвиль на живий організм, санітарні норми. Застосування акустичних хвиль у методах терапії та діагностики.

##### **Тема 3. Явища переносу та біотермодинаміка**

Живий організм як термодинамічна система. Вільна енергія Гіббса. Мимовільні та немимовільні процеси. Стан рівноваги. Явища переносу та їх роль у життєдіяльності живих організмів. Потoki і щільність потоків. Поняття градієнта та напрямки мимовільних процесів: дифузії, теплопровідності, електричного струму, течії рідини. Узагальнені потоки і узагальнені сили. Хімічний та електрохімічний потенціали. Форми запасання енергії у живому організмі. Дисипативна функція.

Спряжені процеси. Коефіцієнти взаємності Онзагера. Стаціонарний стан. Критерій досягнення і стійкості стаціонарного стану.

#### **Тема 4. Основи біореології та гемодинаміки**

Основні рівняння руху рідини. Теорема про нерозривність струменя, розподіл лінійної швидкості кровотоку у різних відділах судинного русла. Рівняння Бернуллі, насосна функція серця. Закон течії в'язкої рідини. Коефіцієнт динамічної в'язкості. Формула Стокса, як основа методу в'язкозиметрії. Залежність в'язкості крові від гематокриту. Пульсові хвилі. Течія ламінарна та турбулентна, число Рейнольдса. Сили діючі на тіло, що розташоване в рідині. Формула визначення швидкості осадження еритроцитів. Методи вимірювання тиску крові і швидкості кровообігу. Центрифугування як метод лабораторної діагностики.

#### **Тема 5. Мембрани: особливості будови та властивості**

Поверхневі явища рідини. Вода та її властивості. Роль міжмолекулярних взаємодій у формуванні біологічних структур. Структура і властивості мембран: види дифузії, фазові переходи. Транспорт речовин через біомембрану. Види транспорту. Транспорт нейтральних молекул. Коефіцієнт розподілу, коефіцієнт проникливості. Закон Фіка для пасивного транспорту речовин через мембрану. Пасивний транспорт іонів: рівняння Теорелла, рівняння Нернста-Планка, рівняння Нернста та особливості потенціалу Нернста. Активний транспорт, особливості будови АТФ-аза.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФ-аза та енергетичний результат одного циклу її функціонування.

### **Змістовий модуль 2. Дії фізичних факторів на організм**

#### **Тема 6. Потенціали спокою та потенціали дії**

Особливості функціонування мембран клітин збудливих тканин. Потенціали спокою і потенціали дії. Основні властивості потенціалів дії клітин різних тканин.

#### **Тема 7. Біофізика клітин збудливих тканин**

Крива електрозбудливості. Хронаксія, реобаза та їх діагностичне значення. Електрограми у методах діагностики. Біофізика м'язового скорочення. Параметри, що характеризують м'язове скорочення: рівняння Хілла, робота м'яза, теплопродукція, потужність, що розвивається м'язом.

#### **Тема 8. Електричні явища в біологічних тканинах**

Електричні процеси в біологічних тканинах. Основні параметри, що характеризують електричні поля та електричні струми. Конденсатори, властивості плоского конденсатора: електрична ємність, енергія. Щільність струму. Закон Ома в диференціальній формі. Закон Джоуля-Ленца в диференціальній формі. Електричні характеристики біологічних структур. Особливості проходження електричних струмів через біологічні тканини. Рухливість іонів, питома провідність біологічних тканин. Результати впливу електричного струму на живі організми. Імпульсні струми. Залежність електричних характеристик біологічних тканин від частоти. Імпеданс. Залежність біологічного ефекту дії електричних струмів від частоти. Магнітні поля. Характеристики магнітного поля. Дія електричного поля на рухомий електричний заряд. Сила Ампера і сила Лоренца. Магнітні властивості речовин. Магнітні властивості тканин організму, фізичні основи магнітобіології.

**Тема 9. Електромагнітні хвилі та їх взаємодії з речовиною та організмом.** Електромагнітні хвилі та її характеристики: частота, довжина хвилі, швидкість поширення, зміна цих характеристик в біологічних тканинах, енергетичні характеристики. Шкала електромагнітних хвиль. Особливості електромагнітних хвиль, що застосовуються медицині: монохроматичність, поляризованість, когерентність, лазерне випромінювання. Явища поглинення: закони Бугера-Ламберта, Бера, Бугера-Ламберта-Бера. Показник поглинення. Метод колориметрії в методиках лабораторної діагностики. Фізичні основи оптичної мікроскопії, рефрактометрії та поляриметрії. Повне внутрішнє віддзеркалення, світловоди та їх застосування в методах діагностики. Теплове випромінювання живих організмів. Закон Стефана-Больцмана, Закон зміщення Віна. Методи термографії в діагностиці. Біофізика зору. Оптична система ока, поняття редукованого ока, роздільна здатність ока. Спектральна чутливість ока. Психофізичний закон Вебера-Фехнера. Радіоактивність та її властивості. Основний закон радіоактивного розпаду. Види іонізуючих випромінювань. Дія іонізуючої радіації. Глибина проникнення. Доза, потужність дози та одиниці їх вимірювання. Модифікація радіобіологічних ефектів. Іонізуючі випромінювання в методах діагностики. Методи захисту від іонізуючих випромінювань.

## 6. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
		ЛД(2.0)/ЛД(3.0)/ЛД(4.0)	
<b>Змістовий модуль 1. Організм як система</b>			
1.	Моделювання біологічних процесів	2 / 1 / 4	-
2.	Коливання та акустичні хвилі	2	-
3.	Явища переносу та біотермодинаміка	2 / 1 / 2	-
4.	Основи біореології та гемодинаміки	1 / - / 1	-
5.	Мембрани: особливості будови та властивості	2 / 1 / 2	-
<b>Змістовий модуль 2. Дії фізичних факторів на організм</b>			
6.	Потенціали спокою та потенціали дії	2 / 1 / 2	-
7.	Біофізика клітин збудливих тканин	1 / 1 / 2	-
8.	Електричні та магнітні явища в біологічних тканинах	2 / 1 / 3	-
9.	Електромагнітні хвилі та їх взаємодії з речовиною та організмом.	4 / 1 / 4	-
<b>Усього годин</b>		<b>18 / 9 / 22</b>	

### Плани лекцій

#### Тема 1. Моделювання біологічних процесів

*План:*

- 1.1. Фармакокінетична камера. Однокамерна модель.
- 1.2. Константа елімінації, час напіввиведення: експериментальне визначення та одиниці вимірювання цих параметрів.

#### Тема 2. Механічні коливання

*План:*

- 2.1. Коливальні процеси в живих організмах. Хвильові процеси та їх характеристики, одиниці вимірювання.
- 2.2. Акустичні хвилі та їх характеристики: інтенсивність, рівень інтенсивності, звуковий тиск, об'ємна густина енергії.

#### Тема 3. Явища переносу та біотермодинаміка

*План:*

- 3.1. Живий організм як система багатокomпонентна, гетерогенна, регуляторна, ієрархічна.
- 3.2. Організм як термодинамічна система. Вільна енергія Гіббса. Мимовільні та не мимовільні процеси. Стан рівноваги та його досягнення.
- 3.3. Явища переносу та їх роль у життєдіяльності живих організмів.
- 3.4. Хімічний та електрохімічний потенціали. Форми запасання енергії у живому організмі.
- 3.5. Особливості термодинаміки відкритих систем.

#### Тема 4. Основи біореології та гемодинаміки

*План:*

- 4.1. Основні закони руху рідини.
- 4.2. Пульсові хвилі.
- 4.3. Сили діючі на тіло, що розташоване в рідині. Формула визначення швидкості осадження еритроцитів.

#### Тема 5. Мембрани: особливості будови та властивості

*План*

- 5.1. Структура і властивості мембран: види дифузії, фазові переходи.
- 5.2. Пасивний транспорт нейтральних молекул.
- 5.3. Пасивний транспорт іонів: рівняння Теорелла, рівняння Нернста-Планка, рівняння Гольдмана. Рівняння Нернста та особливості потенціалу Нернста.

#### Тема 6. Потенціали спокою та потенціали дії

*План:*

- 6.1. Потенціали спокою та їх функції у життєдіяльності клітини.



6.2. Види збуджених тканин. Потенціали дії клітин збуджених тканин.

6.3. Особливості функціонування мембран клітин збудливих тканин.

### Тема 7. Біофізика клітин збудливих тканин

*План:*

7.1. Потенціал дії нервової клітини та його особливості.

7.2. Біофізика м'язового скорочення. Параметри, що характеризують м'язове скорочення, рівняння Хілла, робота м'яза, теплопродукція, потужність, що розвивається м'язом.

### Тема 8. Електричні та магнітні явища в біологічних тканинах

*План:*

8.1. Електричні процеси в біологічних тканинах. Основні параметри, що характеризують електричні поля та електричні струми.

8.2. Магнітні поля. Характеристики магнітного поля. Дія електричного поля на рухомий електричний заряд. Сила Ампера і сила Лоренца. Магнітні властивості речовин. Магнітні властивості тканин організму.

### Тема 9. Електромагнітні хвилі та їх взаємодії з речовиною та організмом

*План:*

9.1. Електромагнітні хвилі та її характеристики: частота, довжина хвилі, швидкість поширення, зміна цих характеристик в біологічних тканинах, енергетичні характеристики. Шкала електромагнітних хвиль.

9.2. Особливості електромагнітних хвиль застосовуються медицині: монохроматичність, поляризованість, когерентність, лазерне випромінювання. Явища поглинання: закони Бугера-Ламберта, Бера, Бугера-Ламберта-Бера.

9.3. Теплове випромінювання живих організмів. Закон Стефана-Больцмана. Закон зміщення Віна.

9.4. Радіоактивність та її властивості. Основний закон радіоактивного розпаду. Види іонізуючих випромінювань. Дія іонізуючої радіації. Глибина проникнення.

## 7. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
		ЛД(2.0) / ЛД(3.0) / ЛД(4.0)	
<b>Змістовий модуль 1. Організм як система</b>			
1.	Моделювання біологічних процесів	2 / 1 / 1	-
2.	Коливання та акустичні хвилі	2 / 1 / 1	-
3.	Явища переносу та біотермодинаміка	2 / 1 / 1	-
4.	Основи біореології та гемодинаміки	1	-
5.	Мембрани: особливості будови та властивості	2 / - / 1	-
<b>Змістовий модуль 2. Дії фізичних факторів на організм</b>			
6.	Потенціал спокою та потенціал дії	2 / 1 / 2	-
7.	Біофізика клітин збудливих тканин	1	-
8.	Електричні та магнітні явища в біологічних тканинах	2 / 1 / 1	-
9.	Електромагнітні хвилі та їх взаємодії з речовиною та організмом	4 / 1 / 1	-
<b>Усього годин</b>		<b>18 / 8 / 10</b>	

### Плани семінарських занять

#### Тема 1. Моделювання біологічних процесів

**Мета заняття:** моделювання сприяє загальному розвитку знань студентів. Моделювання – метод дослідження і демонстрації структур, функцій і різноманітних процесів. Цей метод дає можливість вивчення та розуміння процесів, які неможливо безпосередньо спостерігати чи відтворювати експериментально. Тому цей метод використовують для вивчення та узагальнення багатьох явищ та процесів: біологічних, фізичних, фізико-хімічних та медичних.

*План:*

- 1.1. Модель кінетики хімічної реакції першого порядку.
- 1.2. Модель Мальтуса.
- 1.3. Модель розвинення інфекційної хвороби.

**Тема 2. Коливання та акустичні хвилі**

**Мета заняття:** показати особливості механічних коливань. Біологічне значення розподілу механічних коливань на інфра-, ультра- та звукові коливання.

*План:*

- 2.1. Звукові коливання та їх роль в життєдіяльності людини. Джерела звукових коливань в організмі людини.
- 2.2. Ультразвукові (УЗ) коливання та їх застосування в методах медицині. Особливості дії УЗ на біологічні тканини.
- 2.3. Ефект Доплера в методах діагностики.
- 2.4. Особливості дії інфразвукових коливань на організм людини.
- 2.5. Санітарні норми дії інфра-, ультра- та звукових коливань.

**Тема 3. Явища переносу та біотермодинаміка**

**Мета заняття:** закони класичної термодинаміки та можливості їх застосувань до біологічних систем. Основні положення термодинаміки відкритих систем. Введення поняття часу для аналізу термодинамічних процесів. Порівняння стану рівноваги закритих систем та стаціонарного стану відкритих систем. Порівняння напрямку еволюції закритих та відкритих систем. Взаємодія організму з навколишнім середовищем з точки зору термодинаміки.

*План:*

- 4.1. Види енергії в живих системах та їх взаємоперетворення.
- 4.2. Можливості застосування законів класичної термодинаміки для біологічних процесів.
- 4.3. Необоротні процеси, що відбуваються в живих організмах.
- 4.4. Стаціонарний стан та його особливості.

**Тема 4. Основи біореології та гемодинаміки**

**Мета заняття:** визначити особливості та значення кровообігу в процесах життєдіяльності

*План:*

- 4.1. Розподіл лінійної швидкості кровотоку в різноманітних відділах судового русла.
- 4.2. Рівняння Пуазейля та умови його застосування.
- 4.3. Реологічні властивості крові, плазми и сироватки. Фактори, що впливають на в'язкість крові в організмі.
- 4.4. Пульсові хвилі та швидкість їх розповсюдження.
- 4.5. Методи вимірювання тиску крові і швидкості кровообігу.

**Тема 5. Мембрани: особливості будови та властивості**

**Мета заняття:** визначити фізико-хімічні особливості води та її значення для процесів життєдіяльності. Гідрофільні та гідрофобні взаємодії. Роль слабких взаємодій у формуванні біологічних структур.

*План:*

- 5.1. Види слабких взаємодій та їх роль у формуванні біологічних структур.
- 5.2. Вода і її властивості. Гідрофільні та гідрофобні взаємодії.
- 5.3. Вплив фізичних факторів на структуру і властивості води.

**Тема 6. Потенціал спокою та потенціал дії**

**Мета заняття:** вивчення особливостей біоелектрогенезу. Роль електричних явищ в процесах життєдіяльності. Потенціал спокою та механізми його формування. Потенціали дії, та їх особливості.

*План:*

- 6.1. Особливості електричних характеристик збудливих та незбудливих тканин.
- 6.2. Аналіз потенціалів дії різноманітних збудливих тканин та їх значення у методах діагностики.

**Тема 7. Біофізика клітин збудливих тканин**

**Мета заняття:** формування поняття механізмів дії електричного току на клітини

*План:*

- 7.1. Особливості дії електричного току на мембрану клітин.

7.2. Графік залежності електрозбудження нервових та м'язових тканин: реобаза, хронаксія. Електрограми у методах діагностики.

7.3. Біофізика м'язового скорочення.

### Тема 8. Електричні та магнітні явища в біологічних тканинах

**Мета заняття:** вивчення характеристик імпульсних струмів, особливостей їх дії на біологічні тканини та застосування в методах терапії та діагностики. Залежність електричних характеристик біологічних тканин від частоти. Фізичні основи дії магнітних полів на живі організми.

*План:*

8.1. Імпульсні струми та їх характеристики.

8.2. Механізми дії імпульсних струмів на збуджені тканини.

8.3. Застосування імпульсних струмів в медицині.

### Тема 9. Електромагнітні хвилі та їх взаємодії з речовиною та організмом

**Мета заняття:** методи термографії, які використовуються у цілях діагностики. Оптична система ока, поняття редукованого ока, роздільна здатність ока. Спектральна чутливість ока. Психофізичний закон Вебера-Фехнера.

*План:*

9.1. Методи термографії та їх можливості.

9.2. Око як оптична система, явища патології та їх корекція.

9.3. Психофізичний закон Вебера-Фехнера та його значення у методах діагностики.

## 8. Темі практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
		ЛД(2.0) / ЛД(3.0) ЛД (4.0)	
<b>Змістовий модуль 1. Організм як система</b>			
1.	Моделювання біологічних процесів	2 / 1 / 4	-
2.	Коливання та акустичні хвилі	2 / 1 / 2	-
3.	Явища переносу та біотермодинаміка	2 / 1 / 2	-
4.	Основи біореології та гемодинаміки	1	-
5.	Мембрани особливості будови та властивості	2 / 1 / 2	-
<b>Змістовий модуль 2. Дії фізичних факторів на організм</b>			
6.	Потенціали спокою та потенціали дії	2 / 1 / 2	-
7.	Біофізика клітин збудливих тканин	1 / 1 / 2	-
8.	Електричні та магнітні явища в біологічних тканинах	2 / 1 / 3	-
9.	Електромагнітні хвилі та їх взаємодії з речовиною та організмом	4 / 2 / 4	-
<b>Усього годин</b>		<b>18 / 10 / 22</b>	

## Плани практичних занять

### Тема 1. Моделювання біологічних процесів

**Ціль заняття:** В результаті опрацювання теми студенти повинні: знати особливості математичного моделювання; набути практичних навичок у виборі моделі, визначення її цілі, методу спрощення системи за рахунок властивостей, які незначно впливають на процес та складання математичних рівнів.

*План:*

1.1. Аналіз математичного рівняння моделі та визначення параметрів, що характеризують процес.

1.2. Зміна кількості фармакологічного препарату в камерах: формула для розрахунку та графік залежності від часу.

1.3. Елімінація, стала елімінації, та одиниці її вимірювання.

1.4. Період напіввиведення та його зв'язок зі сталою елімінації.

1.5. Складання кінетичних рівнянь для моделі з підкамерою та багатомірних моделей.

## Тема 2. Коливання та акустичні хвилі

**Ціль заняття:** В результаті опрацювання теми студенти повинні: знати: види коливань та основні характеристики коливальних процесів; набути практичних навичок розрахунків характеристик коливальних процесів і пружних хвиль.

*План:*

- 2.1. Основні характеристики коливальних процесів: частота, циклічна частота, період, фаза, амплітуда. Рівняння гармонійних коливань.
- 2.2. Поняття хвилі і її характеристики: довжина хвилі, швидкість розповсюдження, об'ємна густина енергії, інтенсивність, та одиниці їх вимірювання.
- 2.3. Звук та його характеристики: інтенсивність, рівень інтенсивності, звуковий тиск.

## Тема 3. Явища переносу та біотермодинаміка

**Ціль заняття:** в результаті опрацювання теми студенти повинні: знати основні поняття термодинаміки та її закони; застосовувати закони термодинаміки для аналізу біологічних процесів. Засвоїти поняття про живі організми, як систем специфікою яких є обмін з навколишнім середовищем енергій, речовинами та інформацією. Набути практичних навичок визначення енергетичного результату процесу та можливості його мимовільного проходження і досягнення рівноважного стану.

*План:*

- 3.1. Явища та процеси життєдіяльності які можливо аналізувати за допомогою законів класичної термодинаміки: стали розподілу, стали рівновагі, енергетичний результат процесу.
- 3.2. Явища переносу: поняття градієнту та визначення напрямків мимовільних процесів: дифузії, теплопровідності, електричного струму, течії рідини.
- 3.3. Хімічні та електрохімічні потенціали, їх фізичний зміст та методи розрахунків.
- 3.4. Поняття узагальненого потоку і узагальненої сили: особливості цих параметрів для хімічної реакції. Хімічна спорідненість.
- 3.5. Дисипативна функції: її зв'язок з термодинамічним потенціалом Гіббса й узагальненим потоком та узагальненою силою.
- 3.6. Спряжені потоки. Умови спряження.

## Тема 4. Основи біореології та гемодинаміки

**Ціль заняття:** в результаті опрацювання теми студенти повинні: знати основні поняття стаціонарного, ламінарного та турбулентного плин рідини, плин в'язкої рідини. Набути практичних навичок розрахунків основних характеристик плин рідини.

*План:*

- 4.1. Теорема о неперервності струменю.
- 4.2. Рівняння Бернуллі.
- 4.3. Рівняння Ньютона. Коефіцієнт динамічної в'язкості. Ньютоновські та неньютоновські рідини.
- 4.4. Ламінарний і турбулентний плин рідини. Число Рейнольдса та його визначення.
- 4.5. Формула Стокса, як основа методу в'язкозиметрії.

## Тема 5. Мембрани: особливості будови та властивості

**Ціль заняття:** В результаті опрацювання теми студенти повинні: знати структуру біологічних мембран та явища переносу речовин через мембрани; вміти розв'язувати задачі, які характеризують транспорт нейтральних молекул та іонів.

*План:*

- 5.1. Транспорт речовин в клітину. Види транспорту.
- 5.2. Транспорт нейтральних молекул. Коефіцієнт розподілу, коефіцієнт проникливості. Закон Фіка для пасивного транспорту речовин через мембрану.
- 5.3. Активний транспорт, особливості будови АТФ-аза<sup>+</sup>, К<sup>+</sup>-АТФ-аза та енергетичний результат одного циклу її роботи.
- 5.4. Потенціал Гольмана. Безрозмірний потенціал.

## Тема 6. Потенціали спокою та потенціали дії

**Ціль заняття:** в результаті опрацювання теми студенти повинні знати: фізичну природу виникнення біопотенціалів спокою і дії. Особливості поширення потенціалу дії нервової клітини;

вміти розв'язувати задачі по знаходженню біопотенціалів спокою нервової клітини та поширення його по немієлінізованим волокнам.

*План:*

1.1. Потенціал спокою як рівноважний потенціал. Розподіл іонів по обох боків мембрани. Значення проникливості іонів в стані спокою клітини. Значення рівноважних потенціалі Нернста для проникливих іонів.

1.2. Рівняння Гольдмана-Ходжкіна-Катца.

1.3. Поширення збудження по нервовому волокну: мієлінізованому і немієлінізованому.

1.4. Швидкість проведення нервового імпульсу.

1.5. Обчислення розподілу потенціалу дії по немієлінізованому нервовому волокну, визначення сталої довжини волокна.

### **Тема 7. Біофізика клітин збудливих тканин**

**Ціль заняття:** в результаті опрацювання теми студенти повинні: розуміти особливості структури і функцій збудливих тканин. Значення методів електрографії у методах діагностики Особливості функціонування м'язових клітин. Вміти вирішувати завдання по визначенню роботи м'яза, теплопродукції, потужності.

*План:*

7.1. Аналіз рівняння Хіла. Визначення параметров рівняння.

7.2. Визначення теплопродукції при роботі м'яза.

7.3. Потужність роботи м'яза, та параметри її характеристики.

7.4. Можливості вимірювання електрограм.

### **Тема 8. Електричні та магнітні явища в біологічних тканинах**

**Ціль заняття:** в результаті опрацювання теми студенти повинні: розуміти особливості проходження електричних струмів крізь біологічні тканини. Характеристики магнітних полів та особливості їх дії на речовини та живі організми. Вміти вирішувати завдання по визначенню електричних характеристик проходження електричного струму крізь тканини та результати їх дії, а також дії електричного поля на рухомий електричний заряд.

*План:*

8.1. Дія постійних електричних полів на біологічні тканини. Рухливість іонів, питома провідність біологічних тканин. Питома провідність різноманітних біологічних тканин.

8.2. Результати впливу електричного струму на біологічні тканини.

8.3. Дія змінних електричних полів на біологічні тканини. Конденсаторні властивості біологічних тканин та їх залежність від частоти. Імпеданс.

8.4. Магнітні властивості біологічних тканин.

8.5. Дія електричного поля на рухомий електричний заряд. Сила Ампера і сила Лоренца.

### **Тема 9. Електромагнітні хвилі та їх взаємодії з речовиною та організмом**

**Ціль заняття:** в результаті опрацювання теми студенти повинні знати: фізичну природу електромагнітних хвиль, основні їх характеристики та одиниці вимірювання. Механізми взаємодії електромагнітних хвиль з речовиною. Можливості застосування електромагнітних хвиль у методах діагностики. Вміти вирішувати завдання по визначенню швидкості розповсюдження електромагнітних хвиль, коефіцієнта поглинення, глибини проникнення, показника заломлення та явища дисперсії. Особливості іонізуючих випромінювань

*План:*

9.1. Визначення швидкості розповсюдження електромагнітних хвиль, коефіцієнта поглинення, глибини проникнення, показника заломлення та явища дисперсії.

9.2. Види та закон радіоактивного розпаду.

9.3. Визначенню дози, потужності дози діючого іонізуючого випромінювання, активності радіофармпрепаратів та необхідних параметрів захисту від радіації.

## **9. Теми лабораторних занять**

Лабораторний практикум непередбачено робочим навчальним планом

## 10. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
		ЛД(2.0) / ЛД(3.0) ЛД (4.0)	
<b>Змістовий модуль 1. Організм як система</b>			
1.	Моделювання біологічних процесів	4 / 2 / 4	-
2.	Коливання та акустичні хвилі	4 / 2 / 4	-
3.	Явища переносу та біотермодинаміка	4 / 2 / 4	-
4.	Основи біореології та гемодинаміки	4 / 2 / 4	-
5.	Особливості будови та властивості	2	-
<b>Змістовий модуль 2. Дії фізичних факторів на організм</b>			
6.	Потенціали спокою та потенціали дії	6 / 2 / 6	-
7.	Біофізика клітин збудливих тканин	2	-
8.	Електричні та магнітні явища в біологічних тканинах	4 / 2 / 4	-
9.	Електромагнітні хвилі та їх взаємодії з речовиною та організмом	6 / 2 / 6	-
<b>Усього годин</b>		<b>36/ 18 / 36</b>	

### Завдання для самостійної роботи

*У змістовному модулі 1.*

1. Аналіз моделі хижак-жертва. Метод ізоклін.
2. Завдання по вивченню стаціонарного стану та видів особливих точок.
3. Завдання на дослідження затухаючих коливань та поняття логарифмічного декременту загасання.
4. Завдання на дослідження змушених коливань та навести приклади таких коливань у живому організмі.
5. Завдання на знаходження параметрів, які характеризують явища переносу: середньої довжини вільного пробігу, коефіцієнта дифузії, коефіцієнта внутрішнього тертя.
6. Знаходження потоку дифузії та теплопереносу за допомогою рівнянь Фіка та Фур'є.
7. Завдання по вивченню поверхневих явищ та знаходження параметрів формули Пуазейля.
8. Капілярний ефект та знаходження параметрів формули Жюрена.
9. Завдання по аналізу видів взаємодій у макромолекулярних структурах: іонні, іон-дипольні, диполь-дипольні, явища поляризації, водневі зв'язки.
10. Вода, її властивості та міжмолекулярні зв'язки.

*У змістовному модулі 2.*

11. Завдання по знаходженню параметрів рівняння Нернста.
12. Завдання по вивченню особливостей поширення збудження по нервовому волокну та знаходження параметрів телеграфного рівняння.
13. Завдання по визначенню електричних властивостей мембрани: питомої ємності, об'ємної щільності енергії, визначення значення електричних струменів через мембрану.
14. Завдання по визначенню впливу струменя на живий організм, розрахунки імпедансу біологічних тканин, кута зсуву фаз, теплового ефекту.
15. Завдання по визначенню впливу електромагнітних хвиль радіочастотного діапазону на біологічні тканини. Знаходження глибини проникнення та поглинутої потужності НВЧ діапазону.
16. Провести аналіз про іонізуюче випромінювання навколишнього середовища: джерела та їх потужність.

### 11. Індивідуальні завдання

*У змістовному модулі 1.*

1. Акустичні хвилі в методах діагностики. Санітарні норми для акустичних хвиль.

2. Діагностичні можливості метода електрокардіографії.
3. Діагностичні можливості метода електроенцефалографії.
4. Діагностичні можливості метода електроретинографії та особливості його проведення.
5. Метод електроокулографії та застосування його в діагностиці.
6. Метод електроміографії та його діагностичне значення.
7. Електрогастрографія та можливості застосування цього методу.
8. Шкірогальванична реакція та біофізичні основи цього методу.

У змістовному модулі 2.

9. Постійні та імпульсні струми в методах діагностики.
10. Магнітографія та особливості застосування цього методу у діагностиці.
11. Біофізичні основи методів термографії.
12. Електричні особливості біотканин та діагностичні можливості методів імпедансометрії.
13. Психофізичний закон Вебера – Фехнера для звукових та світлових хвиль.
14. Радіонуклідна діагностика.
15. Рентгенівське випромінювання в методах діагностики.
16. Особливості методів томографії.
18. Центрифугування як метод лабораторної діагностики.

## 12. Методи, методики та технології навчання

У ході викладання дисципліни «Медична та біологічна фізика» використовуються такі

- *методи навчання:*
  - проблемного викладу;
  - словесні методи (лекція, бесіда, розповідь);
  - наочні методи (ілюстрація, демонстрація);
  - пояснювально-ілюстративні;
  - стимулювання і мотивацію навчально-пізнавальної діяльності;
  - самостійна робота студентів над темою індивідуального завдання з осмислення й засвоєння матеріалу;
  - частково-пошукові;
  - практичні методи (розв'язування задач із фаховим змістом);
- *методики навчання* згідно методів навчання дисципліни;
- *технології навчання:*
  - інтерактивні (відеолекції; лекції з використанням інтерактивних дощок та презентацій);
  - ігрові (ігри-вправи, ігрові дискусії, ігрові ситуації, рольові і ділові навчальні ігри);
  - аудіовізуальні (використання аудіо графічної інформації);
  - проблемне навчання.

## 13. Методи контролю

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

Форми поточного контролю:

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

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

## 14. Форма підсумкового контролю успішності навчання (залік)

Підсумковий модульний контроль максимально оцінюють у 40 балів за успішну теоретичну підготовку та за засвоєння практичних навичок і вмінь і вважається зарахованим, якщо студент набрав не менше 24 балів.

### 15. Схема нарахування та розподіл балів

Поточне тестування та самостійна робота									Підсумковий контроль	Сума
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	40	100
6	6	6	6	6	7	7	8	8		
30					30					
60										

### 16. Методичне забезпечення

1. Робоча навчальна програма дисципліни.
2. Опорний конспект лекцій з дисципліни.
3. Методичні рекомендації та розробки для викладача.
4. Методичні матеріали для самостійної роботи студентів.
5. Методичні вказівки до практичних занять для студентів.
6. Тестові та контрольні завдання до практичних занять.
7. Питання та завдання до підсумкового контролю.

### 17. Рекомендована література

#### Основна:

1. Лещенко В. Г. Медицинская и биологическая физика / В. Г. Лещенко, Г. К. Ильич. – Мн. : Новое Знание; М. : ИНФРА-М, 2012. – 552 с.
2. Медицинская и биологическая физика : учебник для студентов высших мед. завед. IV уровня аккред. /под. ред. проф. А.Чалого. – Винница : Нова книга, 2011. – 568 с.
3. Попечителев Е. П. Электрофизиологическая и фотометрическая медицинская техника : учеб. пособие / Е. П. Попечителев, Н.А. Кореневский. – М. : Высш. шк, 2002. – 470 с.
4. Ремизов А. Н. Медицинская и биологическая физика. – 4-е изд. / А. Н. Ремизов. –2012.
5. Самойлов В. О. Медицинская биофизика : ученик для вузов / В. О. Самойлов. –СПб. : СпецЛит. – 2007. – 560 с.
6. Тиманюк В. А. Биофизика : учебник для студ. вузов / В. А. Тиманюк, Е. Н. Животова.– Х. : изд-во НФаУ; Золотые страницы, 2003. – 704с.

#### Допоміжна:

7. Емчик Л. Ф. Основи біологічної фізики і медична апаратура / Л. Ф. Емчик. – К. : изд-во «Медицина». – 2014. – 391 с.
8. Лопушанський Я. Й. Збірник задач і питань з медичної і біологічної фізики : навч. посібник / Я. Й. Лопушанський. – Вінниця : Нова Книга, 2010. – 584 с.
9. Потапенко А. Я. Тести по медицинской и биологической физике / А. Я. Потапенко. – М. : изд-во «Книжный мир», 2010. – 175 с.

### 18. Інформаційні ресурси, у т.ч. в мережі Інтернет

1. Центр дистанційних технологій навчання НФаУ. Режим доступу: <http://nuph.edu.ua/centr-distancijnih-tehnologijj-navcha/>.
2. Репозиторий ВГМУ. Режим доступу: <http://elib.vsmu.by/handle/123/228>.