



МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
 НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 Кафедра фізики

БІОФІЗИКА, ФІЗИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА навчальної дисципліни

підготовки другий (магістерський)
 (назва рівня вищої освіти)

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

спеціальності 226 «Фармація»
 (код і найменування спеціальності)

освітньої програми Фармація
 (найменування освітньої програми)

спеціалізації (й) _____
 (найменування спеціалізації, за наявності)

Робоча програма навчальної дисципліни «Біофізика, фізичні методи аналізу» спеціальності 226 «Фармація» освітньої програми Фармація для студентів 1 курсу.

Розробники:

Стороженко І. П., зав. каф. фізики, докт. ф.-м. наук, проф.,

Тіманюк В. О., проф., канд. ф.-м. наук,

Ромоданова Е. О., доц., канд. ф.-м. наук,

Кокодій М. Г., проф., докт. ф.-м. наук

(вказати ПІП авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри фізики

Протокол № 3 від «22» вересня 2016 року

В.о. зав. кафедри фізики _____ проф. Стороженко І.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Робоча програма схвалена на засіданні профільної методичної комісії

Протокол № 1 від «28» вересня 2016 року

Голова профільної комісії _____ докт. фарм. наук, проф. Ярних Т.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

«Біофізика, фізичні методи аналізу» вивчає фізико-хімічні процеси, що протікають у біологічних системах, використовуючи для цього фізичні і математичні методи. Об'єктом вивчення біофізики є окремі молекули (молекулярна біофізика), клітини (біофізика клітини), а також органи, тканини, системи і взаємодія організму з навколишнім середовищем. Для вивчення біологічних систем біофізика використовує різноманітні фізичні методи аналізу.

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Біофізика, фізичні методи аналізу» є знання про фізичні процеси, що відбуваються у біологічних середовищах, вплив зовнішніх чинників на живий організм і фізичні методи аналізу, що використовуються у фармації. Відповідно до навчального плану «Біофізика, фізичні методи аналізу» є однією з фундаментальних загальноосвітніх дисциплін, що складають теоретичну основу підготовки фахівців вищої кваліфікації для фармації. Вивчення даної дисципліни формує у студентів основні уявлення про найзагальніші властивості і форми руху матерії, про найважливіші фізичні закономірності, що лежать в основі механічних, термічних, електричних, магнітних, спектральних, поляризаційних та інших фізичних методів дослідження різних властивостей лікарських засобів.

Міждисциплінарні зв'язки «Біофізика, фізичні методи аналізу» як навчальна дисципліна: інтегрується з такими дисциплінами як вища математика, неорганічна хімія, біологія, фізіологія, анатомія людини та ін.; закладає основи вивчення студентами біохімії, патфізіології, клінічної лабораторної діагностики, клінічної фармакології та клінічної фармації, аналітичної хімії, фармацевтичної хімії, фізколоїдної хімії та ін.

Інформаційний обсяг навчальної дисципліни. На вивчення навчальної дисципліни відводиться 150 годин 5 кредитів ЄКТС (5,0д; 5,5з); 120 годин 4 кредити ЄКТС (4,0д; 4,5з; 4,5з ан); 90 годин 3 кредити ЄКТС (4,0д мед; 4,5з дв; 4,5з мед).

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Біофізика, фізичні методи аналізу» є поглиблення і вдосконалення знань, вмінь і практичного розуміння біофізичних процесів у живому організмі; фізичних методів діагностики і дослідження біологічних систем; впливу фізичних факторів на організм людини фізичних властивостей і характеристик оточуючого середовища, а також розгляд ряду питань, необхідних майбутнім провізорам при вивченні фармацевтичних дисциплін на старших курсах і в подальшій професійній діяльності.

Основними **завданнями** навчальної дисципліни «Біофізика, фізичні методи аналізу» є

- освоєння студентами основних принципів і теоретичних положень біофізики;
- пояснення взаємозв'язку фізичного і біологічного аспектів функціонування живих систем;
- вивчення біологічних проблем, пов'язаних з фізичними та фізико-хімічними механізмами взаємодій, що лежать в основі біологічних процесів;
- дослідження механізмів трансформації енергії в біологічних системах, електронно-конформаційних взаємодій в біомакромолекулах, регулювання та самоорганізації складних біологічних систем.

Досягнення цих цілей дозволить студентам-фармацевтам оволодіти фізичними і біофізичними, фізико-технічними і математичними знаннями та вміннями, які необхідні для безпосередньої підготовки провізора, а також для вивчення інших навчальних дисциплін у вищих медичних та фармацевтичних навчальних закладах.

3. Компетентності та заплановані результати навчання

Дисципліна «Біофізика, фізичні методи аналізу» забезпечує набуття здобувачами освіти **компетентностей**:

- *інтегральна:*

- здатність розв'язувати типові та складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у професійній фармацевтичній діяльності із застосуванням положень, теорій та методів фундаментальних, хімічних, технологічних, медико-фармакологічних та соціально-економічних наук;

- інтегрувати знання та вирішувати складні питання, формулювати судження за недостатньої або обмеженої інформації;

- ясно і недвозначно доносити свої висновки та знання, розумно їх обґрунтовуючи, до фахової та не фахової аудиторії.

– загальні:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

- здатність вчитися і бути сучасно навченим;

- здатність до адаптації та дії у новій ситуації;

- здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;

- здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

- спеціальні (фахові, предметні):

- здатність здійснювати розробку методик контролю якості лікарських засобів, фармацевтичних субстанцій, лікарської рослинної сировини і допоміжних речовин з використанням фізичних методів контролю;

- здатність визначати лікарські засоби та їх метаболіти у біологічних рідинах та тканинах організму, проводити дослідження хімічного складу нових фармсубстанцій;

- здатність забезпечувати належне зберігання лікарських засобів та виробів медичного призначення відповідно до їх фізико-хімічних властивостей та правил Належної практики зберігання (GSP) у закладах охорони здоров'я;

- здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Біофізика, фізичні методи аналізу» здобувач освіти повинен

знати:

- фізичні основи та біофізичні механізми дії зовнішніх чинників на системи організму людини;
- теоретичні основи фізичних методів дослідження лікарських речовин, принципи будови і роботи відповідної апаратури;
- можливості та область застосування засвоєних методів;
- загальні фізичні та біофізичні закономірності, що лежать в основі життєдіяльності людини;
- фізичні основи діагностичних і фізіотерапевтичних (лікувальних) методів, що застосовуються у медичній апаратурі.

вміти:

- фізичні основи та біофізичні механізми дії зовнішніх чинників на системи організму людини;
- теоретичні основи фізичних методів дослідження лікарських речовин, принципи будови і роботи відповідної апаратури;
- можливості та область застосування засвоєних методів;
- загальні фізичні та біофізичні закономірності, що лежать в основі життєдіяльності людини;
- фізичні основи діагностичних і фізіотерапевтичних (лікувальних) методів, що застосовуються у медичній апаратурі.

володіти:

- фізичними методами аналізу та знати фізичні основи таких методів: спектроскопія у видимій, ультрафіолетовій та інфрачервоній області; спектроскопія комбінаційного розсіяння світла; мас-спектроскопія; спектроскопія ядерного магнітного резонансу; рентгеноструктурний аналіз; термічний аналіз; хроматографія; поляриметрія; рефрактометрія; мікроскопічний аналіз; колориметрія.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Обсяг у годинах																													
	денна форма												заочна форма																	
	5,0						4,0/4,0 мед						5,5						4,5/4,5 ан						4,5 дв/4,5 мед					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі					усього	у тому числі					усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		сем.	пз	лаб.	с. р.	л		сем.	пз	лаб.	с. р.	л		сем.	пз	лаб.	с. р.	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	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Змістовий модуль 1. Механіка і термодинаміка біологічних процесів																														
Тема 1. Математична біофізика.	10	2	1	6	-	1	129	1	10,5	5/3	-	5/4,5	14/	0,6	0,6	1,6	-	11,2	12	0,6	0,6	1,6/1,2	-	9,29,6	9	0,6/0,4	0,4	0,8/1	-	7,2
Тема 2. Біофізика м'язового скорочення. Механічні коливання та хвилі.	15	2	1	6	-	6	129	1	10,5	5/3	-	5/4,5	14/	0,6	0,6	1,6	-	11,2	12	0,6	0,6	1,6/1,2	-	9,29,6	9	0,6/0,4	0,4	0,8/1	-	7,2
Тема 3. Молекулярна фізика. Термодинаміка.	15	2	2	6	-	5	129	1	1	5/4	-	5/3	14/	0,6	0,6	1,6	-	11,2	12	0,6	0,6	1,6/1,2	-	9,29,6	9	0,6/0,4	0,4	0,8/1	-	7,2
Тема 4. Термодинаміка біологічних процесів. Молекулярна біофізика.	15	2	1	6	-	6	129	1	1	5/4	-	5/3	14/	0,6	0,6	1,6	-	11,2	12	0,6	0,6	1,6/1,2	-	9,29,6	9	0,6/0,4	0,4	0,8/1	-	7,2
Тема 5. Транспорт речовин крізь біологічні мембрани.	15	2	1	6	-	6	129	1	1	5/4	-	5/3	14/	0,6	0,6	1,6	-	11,2	12	0,6	0,6	1,6/1,2	-	9,29,6	9	0,6/0,4	0,4	0,8/1	-	7,2
Разом за змістовим модулем 1	70	10	6	30	-	24	60/45	5	5/4	25/18	-	25/18	70	3	3	8	-	56	60	3	3	8/6	-	46/48	45	3/2	2	4/5	-	36
Змістовий модуль 2. Основи прикладної біофізики																														
Тема 6. Гідростатика і гідродинаміка. Біофізика системи кровообігу.	14	2	1	6	-	5	10/8	1	1	5/3	-	3	14	0,5	0,5	1,4	-	11,6	10	0,5	0,5	1	-	8	7,5	0,5/0,4	0,5	0,5/0,6	-	6
Тема 7. Електромагнетизм. Біофізика нервового імпульсу.	14	2	1	6	-	5	10/8	1	1	4/3	-	4/3	14	0,5	0,5	1,4	-	11,6	10	0,5	0,5	1	-	8	7,5	0,5/0,4	0,5	0,5/0,6	-	6
Тема 8. Оптика. Біофізика зору.	13	2	1	6	-	4	10/8	1,0,5	1,0,5	4/3	-	4	13	0,5	0,5	1,3	-	10,7	10	0,5	0,5	1,5/1	-	7,5/8	7,5	0,5/0,3	0,3	0,7/0,9	-	6
Тема 9. Атомна фізика і квантова механіка.	13	2	1	6	-	4	10/7	1,0,5	1,0,5	4/3	-	4/3	13	0,5	0,5	1,3	-	10,7	10	0,5	0,5	1,5/1	-	7,5/8	7,5	0,5/0,3	0,2	0,8/1	-	6
Тема 10. Дія фізичних факторів на біологічні об'єкти. Власні фізичні поля людини.	13	2	1	6	-	4	10/7	0,5	0,5	4/3	-	5/3	13	0,5	0,5	1,3	-	10,7	10	0,5	0,5	1,5/1	-	7,5/8	7,5	0,5/0,3	0,2	0,8/1	-	6

Назви змістових модулів і тем	Обсяг у годинах																													
	денна форма												заочна форма																	
	5,0						4,0/4,0 мед						5,5						4,5/4,5 ан						4,5 дв/4,5 мед					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі					усього	у тому числі					усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		сем.	пз	лаб.	с. р.	л		сем.	пз	лаб.	с. р.	л		сем.	пз	лаб.	с. р.	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	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Тема 11. Фізичні методи аналізу.	13	2	1	6	-	4	10/7	0,5	0,5	4/3	-	5/3	13	0,5	0,5	1,3	-	10,7	10	0,5	0,5	1,5/1	-	7,5/8	7,5	0,5/0,3	0,3	0,7/0,9	-	6
Разом за змістовим модулем 2	80	12	6	36	-	26	60/45	5/4	5/4	25/18	-	25/19	80	3	3	8	-	66	60	3	3	8/6	-	46/48	45	3/2	2	4/5	-	36
Підсумковий модульний контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Усього годин	150	22	12	66	-	50	120/90	10/9	10/8	50/36	-	50/37	150/	6	6	16	-	122	120	6/	6	16/12	-	92/96	90	6/4	4	8/10	-	72

5. Зміст програми навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Механіка і термодинаміка біологічних процесів

Тема 1. Математична біофізика.

Модель «хижак-жертва». Метод ізоклін. Аналіз моделі «хижак-жертва» за допомогою методу ізоклін. Особливості моделювання фармакокінетичних процесів. Однокамерна фармакокінетична модель. Фармакокінетична модель з під камерою. Многокамерні фармакокінетичні моделі. Модель неперервного введення препарату.

Тема 2. Біофізика м'язового скорочення. Механічні коливання та хвилі.

Будова м'язового волокна. Скорочення м'язу. Потужність і швидкість скорочення м'язу. Механічні коливання. Пружні хвилі. Звук.

Тема 3. Молекулярна фізика. Термодинаміка.

Основи молекулярно-кінетичної теорії газів. Основні поняття термодинаміки. Перший закон термодинаміки. Другий закон термодинаміки. Термодинамічні потенціали. Ідеальні та реальні гази. Фазові переходи. Явища переносу.

Тема 4. Термодинаміка біологічних процесів. Молекулярна біофізика.

Особливості біологічних об'єктів як термодинамічних систем. Перший закон термодинаміки в хімії і біології. Другий закон термодинаміки для відкритих систем. Зміна стандартної вільної енергії. Хімічних і електрохімічних потенціали. Швидкість зростання ентропії і дисипативна функція. Спряжені процеси. Положення лінійної нерівноважної термодинаміки. Рівняння Онзагера. Критерії досягнення і стійкості стаціонарних станів. Види взаємодій в макромолекулах. Структура води і гідрофобні взаємодії. Структура і властивості біополімерів. Структура білків. Переходи спіраль-клубок. Ферментний каталіз. Біофізика нуклеїнових кислот.

Тема 5. Транспорт речовин крізь біологічні мембрани.

Структура мембран. Фазові переходи у мембранах. Пасивний транспорт нейтральних частинок. Пасивний транспорт іонів. Рівняння Нернста. Рівновага Доннана. Іонний транспорт крізь канали. Пасивний транспорт речовин за допомогою переносників. Індукований іонний транспорт. Активний транспорт. Вторинно-активний транспорт.

Змістовий модуль 2. Основи прикладної біофізики

Тема 6. Гідростатика і гідродинаміка. Біофізика системи кровообігу.

Будова рідин. Гідростатика і гідродинаміка. Поверхневі явища. Реологічні і гемодинамічні властивості крові. Швидкість осідання еритроцитів. Модель Франка. Пульсова хвиля. Перенос речовин у капілярній мережі.

Тема 7. Електромагнетизм. Біофізика нервового імпульсу.

Електростатика. Провідники в електричному полі. Енергія електричного поля. Діелектрики в електричному полі. Постійний електричний струм. Магнітостатика. Магнітні властивості тіл. Електромагнітна індукція. Змінний струм. Електромагнітні коливання. Рівняння Максвела. Електромагнітні хвилі. Потенціал спокою. Потенціал дії. Подразнення мембрани електричним струмом. Розповсюдження збудження по нервовому волокну. Швидкість проведення нервового імпульсу.

Тема 8. Оптика. Біофізика зору.

Геометрична оптика. Інтерференція світла. Дифракція світла. Дисперсія світла. Поглинання світла. Розсіяння світла. Поляризація світла. Теплове випромінювання. Оптична система ока людини. Молекулярний механізм зору.

Тема 9. Атомна фізика і квантова механіка.

Будова атому за теорією Бора. Ядерні реакції. Радіоактивність. Формула Планка. Фотоефект. Корпускулярні властивості світла. Хвильові властивості частинок. Співвідношення невизначеностей. Хвильова функція. Рівняння Шредінгера. Квантові числа. Принцип Паулі. Рентгенівське випромінювання. Взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною.

Тема 10. Дія фізичних факторів на біологічні об'єкти. Власні фізичні поля людини.

Дія електричного струму на живий організм. Механізм біологічної дії електромагнітних хвиль радіочастотного діапазону. Електронні переходи в атомах і молекулах. Дія випромінювання оптичного діапазону на біологічні об'єкти. Дія ультрафіолетового випромінювання на біологічні молекули. Теорія мішені. Оптичне випромінювання у медицині. Дози іонізуючого випромінювання. Дія іонізуючого випромінювання на організм. Кількісна оцінка радіопошкоджень. Модифікація

радіобіологічних ефектів. Електричні і магнітні поля людини. Фізичні основи електрокардіографії. Теплове випромінювання. Біолюмінесценція.

Тема 11. Фізичні методи аналізу.

Спектральний аналіз. Спектроскопія у видимій і ультрафіолетовій області. Інфрачервона спектроскопія. Спектроскопія комбінаційного розсіяння світла. Спектроскопія ядерного магнітного резонансу. Мас-спектроскопія. Рентгеноструктурний аналіз. Мікроскопічний аналіз. Поляриметрія. Термічний аналіз. Рефрактометрія. Хроматографія.

Підсумковий модульний контроль

6. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Обсяг у годинах				
		Денна форма		Заочна форма		
		5,0	4,0/ 4,0 мед	5,5	4,5/ 4,5 ан	4,5 дв/ 4,5 мед
1.	Математична біофізика.	2	1	0,6	0,6	0,6/0,4
2.	Біофізика м'язового скорочення. Механічні коливання та хвилі.	2	1	0,6	0,6	0,6/0,4
3.	Молекулярна фізика. Термодинаміка.	2	1	0,6	0,6	0,6/0,4
4.	Термодинаміка біологічних процесів. Молекулярна біофізика.	2	1	0,6	0,6	0,6/0,4
5.	Транспорт речовин крізь біологічні мембрани.	2	1	0,6	0,6	0,6/0,4
6.	Гідростатика і гідродинаміка. Біофізика системи кровообігу.	2	1	0,5	0,5	0,5/0,4
7.	Електромагнетизм. Біофізика нервового імпульсу.	2	1	0,5	0,5	0,5/0,4
8.	Оптика. Біофізика зору.	2	1/0,5	0,5	0,5	0,5/0,3
9.	Атомна фізика і квантова механіка.	2	1/0,5	0,5	0,5	0,5/0,3
10.	Дія фізичних факторів на біологічні об'єкти. Власні фізичні поля людини.	2	0,5	0,5	0,5	0,5/0,3
11.	Фізичні методи аналізу.	2	0,5	0,5	0,5	0,5/0,3
Усього годин		22	10/9	6	6	6/4

Плани лекцій

Тема 1. Математична біофізика.

План:

- 1.1. Модель «хижак-жертва». Аналіз моделі «хижак-жертва» за допомогою методу ізоклін.
- 1.2. Особливості моделювання фармакокінетичних процесів. Однокамерна фармакокінетична модель. Фармакокінетична модель з під камерою. Багатокамерні фармакокінетичні моделі. Модель неперервного введення препарату.

Тема 2. Біофізика м'язового скорочення.

План:

- 2.1. Будова м'язового волокна. Скорочення м'язу. Потужність і швидкість скорочення м'язу.
- 2.2. Механічні коливання. Пружні хвилі. Звук.

Тема 3. Молекулярна фізика. Термодинаміка.

План:

- 3.1. Основи молекулярно-кінетичної теорії газів. Основні поняття термодинаміки. Перший закон термодинаміки. Другий закон термодинаміки.
- 3.2. Термодинамічні потенціали. Ідеальні та реальні гази.
- 3.3. Фазові переходи. Явища переносу.

Тема 4. Термодинаміка біологічних процесів. Молекулярна біофізика.

План:

- 4.1. Особливості біологічних об'єктів як термодинамічних систем. Перший закон термодинаміки в хімії і біології. Другий закон термодинаміки для відкритих систем.
- 4.2. Зміна стандартної вільної енергії. Хімічних і електрохімічний потенціали. Швидкість зростання ентропії і дисипативна функція.
- 4.3. Спряжені процеси. Положення лінійної нерівноважної термодинаміки. Рівняння Онзагера. Критерії досягнення і стійкості стаціонарних станів.

Тема 5. Транспорт речовин крізь біологічні мембрани.

План:

- 5.1. Структура мембран. Фазові переходи у мембранах.
- 5.2. Пасивний транспорт нейтральних частинок. Пасивний транспорт іонів. Рівняння Нернста. Рівновага Доннана.
- 5.3. Іонний транспорт крізь канали. Пасивний транспорт речовин за допомогою переносників. Індукований іонний транспорт. Активний транспорт. Вторинно-активний транспорт.

Тема 6. Гідростатика і гідродинаміка. Біофізика системи кровообігу.

План:

- 6.1. Будова рідин. Гідростатика і гідродинаміка. Поверхневі явища.
- 6.2. Реологічні і гемодинамічні властивості крові. Швидкість осідання еритроцитів. Модель Франка. Пульсова хвиля. Перенос речовин у капілярній мережі.

Тема 7. Електромагнетизм. Біофізика нервового імпульсу.

План:

- 7.1. Електростатика. Провідники в електричному полі. Енергія електричного поля. Діелектрики в електричному полі. Постійний електричний струм.
- 7.2. Магнітостатика. Магнітні властивості тіл. Електромагнітна індукція.
- 7.3. Змінний струм. Електромагнітні коливання. Рівняння Максвелла. Електромагнітні хвилі.
- 7.4. Потенціал спокою. Потенціал дії. Подразнення мембрани електричним струмом. Розповсюдження збудження по нервовому волокну. Швидкість проведення нервового імпульсу.

Тема 8. Оптика. Біофізика зору.

План:

- 8.1. Геометрична оптика. Інтерференція світла. Дифракція світла. Дисперсія світла.
- 8.2. Поглинання світла. Розсіяння світла. Поляризація світла. Теплове випромінювання.
- 8.3. Оптична система ока людини. Молекулярний механізм зору.

Тема 9. Атомна фізика і квантова механіка.

План:

- 9.1. Будова атому за теорією Бора. Ядерні реакції. Радіоактивність. Формула Планка. Фотоефект. Корпускулярні властивості світла.
- 9.2. Хвильові властивості частинок. Співвідношення невизначеностей. Хвильова функція. Рівняння Шредінгера. Квантові числа. Принцип Паулі.
- 9.3. Рентгенівське випромінювання. Взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною.

Тема 10. Дія фізичних факторів на біологічні об'єкти. Власні фізичні поля людини.

План:

- 10.1. Дія електричного струму на живий організм. Механізм біологічної дії електромагнітних хвиль радіочастотного діапазону. Електронні переходи в атомах і молекулах. Дія випромінювання оптичного діапазону на біологічні об'єкти. Дія ультрафіолетового випромінювання на біологічні молекули.
- 10.2. Теорія мішені. Оптичне випромінювання у медицині. Дози іонізуючого випромінювання. Дія іонізуючого випромінювання на організм. Кількісна оцінка радіопшкоджень. Модифікація радіобіологічних ефектів.
- 10.3. Електричні і магнітні поля людини. Фізичні основи електрокардіографії. Теплове випромінювання. Біолюмінесценція.

Тема 11. Фізичні методи аналізу.

План:

- 11.1. Спектральний аналіз. Спектроскопія у видимій і ультрафіолетовій області. Інфрачервона спектроскопія. Спектроскопія комбінаційного розсіяння світла. Спектроскопія ядерного магнітного резонансу. Мас-спектроскопія.

11.2. Рентгеноструктурний аналіз. Мікроскопічний аналіз. Поляриметрія. Термічний аналіз. Рефрактометрія. Хроматографія.

7. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Обсяг у годинах				
		Денна форма		Заочна форма		
		5,0	4,0/ 4,0 мед	5,5	4,5/ 4,5 ан	4,5 дв/ 4,5 мед
1.	Математична біофізика.	1	1/0,5	0,6	0,6	0,4
2.	Біофізика м'язового скорочення. Механічні коливання та хвилі.	1	1/0,5	0,6	0,6	0,4
3.	Молекулярна фізика. Термодинаміка.	2	1	0,6	0,6	0,4
4.	Термодинаміка біологічних процесів. Молекулярна біофізика.	1	1	0,6	0,6	0,4
5.	Транспорт речовин крізь біологічні мембрани.	1	1	0,6	0,6	0,4
6.	Гідростатика і гідродинаміка. Біофізика системи кровообігу.	1	1	0,5	0,5	0,5
7.	Електромагнетизм. Біофізика нервового імпульсу.	1	1	0,5	0,5	0,5
8.	Оптика. Біофізика зору.	1	1/0,5	0,5	0,5	0,3
9.	Атомна фізика і квантова механіка.	1	1/0,5	0,5	0,5	0,2
10.	Дія фізичних факторів на біологічні об'єкти. Власні фізичні поля людини.	1	0,5	0,5	0,5	0,2
11.	Фізичні методи аналізу.	1	0,5	0,5	0,5	0,3
Усього годин		12	10/8	6	6	4

Плани семінарських занять

Тема 1. Математична біофізика.

Ціль заняття: Навчитися використовувати математичні методи в фармації, біології, медицині.

План:

- 1.1. Історія побудови математичної моделі Вольтера.
- 1.2. Модель взаємодії видів.
- 1.3. Навести приклади фармакокінетичних моделей.
- 1.4. Фізичні методи аналізу: Мікроскопічний аналіз.

Тема 2. Біофізика м'язового скорочення. Механічні коливання та хвилі.

Ціль заняття: Ознайомлення з теорією м'язового скорочення.

План:

- 2.1. Будова м'язового волокна.
- 2.2. Характеристики роботи м'язу. Потужність і швидкість скорочення м'язу.
- 2.3. Фізичні методи аналізу: Колориметрія.

Тема 3. Молекулярна фізика. Термодинаміка.

Ціль заняття: Засвоїти основні положення молекулярно-кінетичної теорії.

План:

- 3.1. Навести історичну довідку про становлення молекулярно-кінетичної теорії.
- 3.2. Процеси перетворення енергії та напрямки термодинамічних процесів.
- 3.3. Розподіли Максвелла та Больцмана.
- 3.4. Фізичні методи аналізу: Поляриметрія.

Тема 4. Термодинаміка біологічних процесів. Молекулярна біофізика.

Ціль заняття: Засвоєння основних положень термодинаміки біологічних процесів.

План:

- 4.1. Приклади ізольованих, закритих та відкритих термодинамічних систем.
- 4.2. Класична (рівноважна) термодинаміка та термодинаміка необоротних процесів (нерівноважна).

4.3. Молекулярна біофізика.

4.4. Фізичні методи аналізу: Термічний аналіз.

Тема 5. Транспорт речовин крізь біологічні мембрани.

Ціль заняття: Засвоїти основні типи процесів транспорту лікарських засобів крізь біологічні мембрани.

План:

5.1. Спроможність речовин перебороти мембранний бар'єр клітини – залог ефективності більшості ліків.

5.2. Положення лінійної нерівноважної термодинаміки.

5.3. Рівняння Онзагера.

5.4. Фізичні методи аналізу: Рефрактометрія.

Тема 6. Гідростатика і гідродинаміка. Біофізика системи кровообігу.

Ціль заняття: Ознайомлення з реологічними і гемодинамічними властивостями крові.

План:

6.1. Ознайомлення з основами гідростатики.

6.2. Поверхневі явища на межі трьох середовищ.

6.3. Модель Франка.

6.4. Фізичні методи аналізу: Хроматографія.

Тема 7. Електромагнетизм. Біофізика нервового імпульсу.

Ціль заняття: Ознайомлення з основними законами електродинаміки. Нервовий імпульс.

План:

7.1. Провідники та діелектрики в електричному полі.

7.2. Магнітні властивості тіл.

7.3. Електромагнітні хвилі.

7.4. Фізичні методи аналізу: Спектроскопія у видимій і ультрафіолетовій області.

Тема 8. Оптика. Біофізика зору.

Ціль заняття: Вивчення законів геометричної та фізичної оптики, оптичної системи ока людини.

План:

8.1. Геометрична оптика.

8.2. Взаємодія світла з речовиною.

8.3. Молекулярний механізм зору.

8.4. Фізичні методи аналізу: Спектроскопія комбінаційного розсіяння світла.

Тема 9. Атомна фізика і квантова механіка.

Ціль заняття: Ознайомлення з основами квантової механіки як фундаменту для вивчення квантової хімії і квантової біофізики.

План:

9.1. Приклади ядерних реакцій. Радіоактивність.

9.2. Хвильові властивості частинок. Хвильова функція.

9.3. Взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною.

9.4. Фізичні методи аналізу: Мас-спектроскопія.

Тема 10. Дія фізичних факторів на біологічні об'єкти. Власні фізичні поля людини.

Ціль заняття: Вивчення взаємодії електромагнітного випромінювання – штучного та природного електромагнітного фону на біологічні організми.

План:

10.1. Механізм біологічної дії електромагнітних хвиль.

10.2. Дія ультрафіолетового випромінювання на біологічні молекули.

10.3. Взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною.

10.4. Фізичні методи аналізу: Спектроскопія ядерного магнітного резонансу.

Тема 11. Фізичні методи аналізу.

Ціль заняття: Ознайомлення з власними фізичними полями біологічних організмів.

План:

11.1. Електричні поля людини.

11.2. Магнітні поля людини.

11.3. Фізичні методи аналізу: Рентгеноструктурний аналіз.

8. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Обсяг у годинах				
		Денна форма		Заочна форма		
		5,0	4,0/ 4,0 мед	5,5	4,5/ 4,5 ан	4,5 дв/ 4,5 мед
1.	Математична біофізика.	6	5/3	1,6	1,6/1,2	0,8/1
2.	Біофізика м'язового скорочення. Механічні коливання та хвилі.	6	5/3	1,6	1,6/1,2	0,8/1
3.	Молекулярна фізика. Термодинаміка.	6	5/4	1,6	1,6/1,2	0,8/1
4.	Термодинаміка біологічних процесів. Молекулярна біофізика.	6	5/4	1,6	1,6/1,2	0,8/1
5.	Транспорт речовин крізь біологічні мембрани.	6	5/4	1,6	1,6/1,2	0,8/1
6.	Гідростатика і гідродинаміка. Біофізика системи кровообігу.	6	5/3	1,4	1	0,5/0,6
7.	Електромагнетизм. Біофізика нервового імпульсу.	6	4/3	1,4	1	0,5/0,6
8.	Оптика. Біофізика зору.	6	4/3	1,3	1,5/1	0,7/0,9
9.	Атомна фізика і квантова механіка.	6	4/3	1,3	1,5/1	0,8/1
10.	Дія фізичних факторів на біологічні об'єкти. Власні фізичні поля людини.	6	4/3	1,3	1,5/1	0,8/1
11.	Фізичні методи аналізу.	6	4/3	1,3	1,5/1	0,7/0,9
Усього годин		66	30/36	16	16/12	8/10

Плани практичних занять

Тема 1. Математична біофізика.

Ціль заняття: Сформувати загальні поняття про математичне моделювання в біофізиці.

План:

- 1.1. Модель «хижак-жертва». Метод ізоклін. Аналіз моделі «хижак-жертва» за допомогою методу ізоклін.
- 1.2. Метод Пуанкаре-Ляпунова.
- 1.3. Фазовий портрет моделі «хижак-жертва».
- 1.4. Види особливих точок.
- 1.5. Особливості моделювання фармакокінетичних процесів. Однокамерна фармакокінетична модель. Фармакокінетична модель з під камерою. Багатокамерні фармакокінетичні моделі. Модель неперервного введення препарату.
- 1.6. Константа елімінації.
- 1.7. Період напіввидення.

Тема 2. Біофізика м'язового скорочення.

Ціль заняття: Засвоїти поняття, пов'язані з будовою м'язового волокна та характеристиками його роботи.

План:

- 2.1. Будова м'язового волокна. Скорочення м'язу. Потужність і швидкість скорочення м'язу.
- 2.2. Механічні коливання. Пружні хвилі. Звук.
- 2.3. Структура міофібрили.
- 2.4. Будова міозину.
- 2.5. Будова поперечно-смугастого м'яза. Рівняння Хілла.
- 2.6. Звукові коливання.

Тема 3. Молекулярна фізика. Термодинаміка.

Ціль заняття: Набути практичні навички використання законів молекулярної фізики та термодинаміки при вивченні хімічних і біологічних дисциплін.

План:

- 3.1. Основи молекулярно-кінетичної теорії газів. Основні поняття термодинаміки. Перший закон термодинаміки. Другий закон термодинаміки.
- 3.2. Термодинамічні потенціали.
- 3.3. Ідеальні та реальні гази.
- 3.4. Фазові переходи. Явища переносу.
- 3.5. Середня енергія молекул.
- 3.6. Теорема про рівнорозподіл енергії.
- 3.7. Розподіл Максвела.
- 3.8. Розподіл Больцмана.
- 3.9. Рівняння Менделєєва-Клапейрона.
- 3.10. Ентропія.

Тема 4. Термодинаміка біологічних процесів. Молекулярна біофізика.

Ціль заняття: Оволодіти основними положеннями термодинаміки біологічних процесів та ознайомитися з фізичною структурою біологічно важливих молекул.

План:

- 4.1. Особливості біологічних об'єктів як термодинамічних систем. Перший закон термодинаміки в хімії і біології. Другий закон термодинаміки для відкритих систем.
- 4.2. Зміна стандартної вільної енергії. Хімічних і електрохімічний потенціали. Швидкість зростання ентропії і дисипативна функція.
- 4.3. Спряжені процеси. Положення лінійної нерівноважної термодинаміки. Рівняння Онзагера. Критерії досягнення і стійкості стаціонарних станів.
- 4.4. Закон Гесса – перший закон термодинаміки для хімічних процесів.
- 4.5. Критерій Клаузіуса – критерій еволюції класичної термодинаміки.
- 4.6. Термодинамічні потенціали Геймгольца і Гібса. Теорема Пригожина. Модель мерехтливих кластерів. Стеріоізомери. L і D ізомери. Ціс- і транс-конформації.

Тема 5. Транспорт речовин крізь біологічні мембрани.

Ціль заняття: Сформувані базові відомості про типи транспорту і спроможність речовин перебороти мембранний бар'єр.

План:

- 5.1. Структура мембран. Штучні мембранні структури. Фазові переходи у мембранах.
- 5.2. Пасивний транспорт нейтральних частинок. Пасивний транспорт іонів. Рівняння Нернста. Рівновага Доннана.
- 5.3. Іонний транспорт крізь канали. Пасивний транспорт речовин за допомогою переносників. Індукований іонний транспорт. Активний транспорт. Вторинно-активний транспорт.
- 5.4. Рівняння Фіка для пасивного транспорту.
- 5.5. Коефіцієнт проникності мембрани. Рівняння Теорела. Рівняння Нернста-Планка. Рівняння Гольдмана. Рівняння Нернста.

Тема 6. Гідростатика і гідродинаміка. Біофізика системи кровообігу.

Ціль заняття: Засвоїти основні положення гідростатики і гідродинаміки та законів кровообігу.

План:

- 6.1. Будова рідин. Гідростатика і гідродинаміка. Поверхневі явища.
- 6.2. Реологічні і гемодинамічні властивості крові. Швидкість осідання еритроцитів. Модель Франка. Пульсова хвиля. Перенос речовин у капілярній мережі.
- 6.3. Теорія Френкеля. Закон Паскаля. Теорема про нерозривність струменя. Рівняння Бернуллі. Число Рейнольдса. Капілярні явища. Закон Жюрена. Ефект Фареуса-Ліндквіста. Теорія ріжучого циліндру. Гематокрит. Пульсова хвиля.

Тема 7. Електромагнетизм. Біофізика нервового імпульсу.

Ціль заняття: Набути знання по основам електромагнетизму, що дозволить розуміти взаємодію живих організмів з електромагнітними полями.

План:

- 7.1. Електростатика. Провідники в електричному полі. Енергія електричного поля. Діелектрики в електричному полі. Постійний електричний струм.
- 7.2. Магнітостатика. Магнітні властивості тіл. Електромагнітна індукція.
- 7.3. Змінний струм. Електромагнітні коливання. Рівняння Максвела. Електромагнітні хвилі.

7.4. Потенціал спокою. Потенціал дії. Подразнення мембрани електричним струмом. Розповсюдження збудження по нервовому волокну. Швидкість проведення нервового імпульсу.

7.5. Принцип суперпозиції електричних полів. Теорема Гауса для електричного поля.

7.6. Поляризація діелектриків. Закон Ома в диференціальній формі.

7.7. Закон Біо-Савара-Лапласа. Рівняння Максвелла. Рівняння Гольдмана-Ходжкіна-Катца. Потенціал спокою. Потенціал дії. Поширення збудження по нервовому волокну. Фактор надійності нервового волокна.

Тема 8. Оптика. Біофізика зору.

Ціль заняття: Оволодіти основними законами геометричної і фізичної оптики та застосувати їх для вивчення оптичної системи ока людини.

План:

8.1. Геометрична оптика. Інтерференція світла. Дифракція світла. Дисперсія світла.

8.2. Поглинання світла. Розсіяння світла. Поляризація світла. Теплове випромінювання.

8.3. Оптична система ока людини. Молекулярний механізм зору.

8.4. Принцип Ферма. Оптична сила. Хвильова оптика. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція Френеля. Дифракція Фраунгофера. Дифракційна решітка.

8.5. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Закон Релея. Закон Малюса. Закон Стефана-Больцмана. Хід променів в оці людини. Абсолютний поріг чутливості ока. Поглинання світла та фотоперетворювання в органах зору.

Тема 9. Атомна фізика і квантова механіка.

Ціль заняття: Засвоїти основні положення атомної фізики та квантової механіки та навчитися використовувати ці знання при створенні нових лікарських форм.

План:

9.1. Будова атому за теорією Бора. Ядерні реакції. Радіоактивність. Формула Планка. Фотоефект. Корпускулярні властивості світла.

9.2. Хвильові властивості частинок. Співвідношення невизначеностей. Хвильова функція. Рівняння Шредінгера. Квантові числа. Принцип Паулі.

9.3. Рентгенівське випромінювання. Взаємодія іонізуючого випромінювання з речовиною.

9.4. Постулати Бора. Атомні спектри. Ізотопи. Формула Бальмера. Фотоефект.

9.5. Довжина хвилі де Бройля. Співвідношення Гейзенберга. Рівняння Шредінгера.

Тема 10. Дія фізичних факторів на біологічні об'єкти. Власні фізичні поля людини.

Ціль заняття: Сформувані знання про можливі наслідки дії електромагнітного випромінювання на організм людини.

План:

10.1. Дія електричного струму на живий організм. Механізм біологічної дії електромагнітних хвиль радіочастотного діапазону. Електронні переходи в атомах і молекулах. Дія випромінювання оптичного діапазону на біологічні об'єкти. Дія ультрафіолетового випромінювання на біологічні молекули.

10.2. Теорія мішені. Оптичне випромінювання у медицині. Дози іонізуючого випромінювання. Дія іонізуючого випромінювання на організм. Кількісна оцінка радіопшкоджень. Модифікація радіобіологічних ефектів.

10.3. Електричні і магнітні поля людини. Фізичні основи електрокардіографії. Теплове випромінювання. Біолюмінесценція.

10.4. Штучний електромагнітний фон. Фотобіологічний вплив на людину електромагнітного випромінювання.

10.5. Біологічний ефект ультрафіолетового випромінювання. Фотоушкодження ДНК. Ефект Комптона. Рентгенівське випромінювання.

Тема 11. Фізичні методи аналізу.

Ціль заняття: Ознайомитися з поширеними методами аналізу лікарських засобів.

План:

11.1. Спектральний аналіз. Спектроскопія у видимій і ультрафіолетовій області. Інфрачервона спектроскопія. Спектроскопія комбінаційного розсіяння світла. Спектроскопія ядерного магнітного резонансу. Мас-спектроскопія.

11.2. Рентгеноструктурний аналіз. Мікроскопічний аналіз. Поляриметрія. Термічний аналіз. Рефрактометрія. Хроматографія.

11.3. Фізичні основи методів аналізу. Техніка спектрального аналізу.

9. Теми лабораторних занять

Лабораторний практикум непередбачено робочим навчальним планом

10. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Обсяг у годинах				
		Денна форма		Заочна форма		
		5,0	4,0/ 4,0 мед	5,5	4,5/ 4,5 ан	4,5 дв/ 4,5 мед
1.	Математична біофізика.	1	5/4,5	11,2	9,2/9,6	7,2
2.	Біофізика м'язового скорочення. Механічні коливання та хвилі.	6	5/4,5	11,2	9,2/9,6	7,2
3.	Молекулярна фізика. Термодинаміка.	5	5/3	11,2	9,2/9,6	7,2
4.	Термодинаміка біологічних процесів. Молекулярна біофізика.	6	5/3	11,2	9,2/9,6	7,2
5.	Транспорт речовин крізь біологічні мембрани.	6	5/3	11,2	9,2/9,6	7,2
6.	Гідростатика і гідродинаміка. Біофізика системи кровообігу.	5	3	11,6	8	6
7.	Електромагнетизм. Біофізика нервового імпульсу.	5	4/3	11,6	8	6
8.	Оптика. Біофізика зору.	4	4	10,7	7,5/8	6
9.	Атомна фізика і квантова механіка.	4	4/3	10,7	7,5/8	6
10.	Дія фізичних факторів на біологічні об'єкти. Власні фізичні поля людини.	4	5/3	10,7	7,5/8	6
11.	Фізичні методи аналізу.	4	5/3	10,7	7,5/8	6
Усього годин		50	50/37	122	92/96	72

Завдання для самостійної роботи

У змістовному модулі 1.

1. Завдання на обчислювання констант елімінації, періоду напіввиведення препарату, початкову концентрацію, максимальну концентрацію препарату в тілі людини.

2. Завдання на визначення максимальної швидкості скорочення м'яза, роботу, проведену м'язом, теплопродукцію м'яза, загальну потужність м'яза.

3. Завдання на знаходження внутрішньої енергії, ентальпії, потенціалу Гібса, потенціалу Гельмгольца, ентропії.

4. Завдання на обчислювання осмотичної електричної роботи, зміни електрохімічного потенціалу при транспорті іонів крізь мембрану клітини, ефективність спряження процесів, зміни термодинамічних потенціалів у клітині.

5. Завдання на розрахунок роботи натрій-калієвих насосів, коефіцієнтів розподілу речовини, коефіцієнту дифузії, вільної енергії Гібса, різниці потенціалів на мембрані, концентрації іонів всередині і зовні клітини.

У змістовному модулі 2.

6. Завдання на обчислювання швидкості течії крові в різних ділянках системи кровообігу, гідравлічного опору периферійної частини системи кровообігу, швидкості осідання еритроцитів, швидкості розповсюдження пульсової хвилі.

7. Завдання на визначення потенціалу спокою, потенціалу дії, температури клітини, сталої довжини нервового волокна, швидкості проведення нервового імпульсу.

8. Завдання на обчислення розділювальної здатності людського ока, оптичної сили окулярів та інших оптичних приладів.

9. Завдання на знаходження сталої радіоактивності розпаду, дефекту маси та енергії зв'язку, межі серії Бальмера атому водню, коефіцієнта поглинання рентгенівського випромінювання, потенціалу іонізації атому, довжини хвилі де Бройля.

10. Завдання на розрахунок характеристик, пов'язаних з поглинанням рентгенівського випромінювання різними тканинами організму людини, глибини проникнення електромагнітного випромінювання в тканини, енергії квантів випромінювання в різних діапазонах електромагнітних хвиль.

11. Завдання на побудову блок-схем приладів, які використовуються в фізичних методах аналізу лікарських засобів.

11. Індивідуальні завдання

У змістовному модулі 1.

1. Складання диференціальних рівнянь, які відповідають різним фармакокінетичним моделям.
2. Завдання на розрахунок роботи та потужності м'язів людини.
3. Задачі на побудову функцій розподілу частинок по енергіям Максвелла та функцій розподілу Больцмана у полі тяжіння.
4. Завдання на розрахунки усіх термодинамічних потенціалів при фазових переходах.
5. Завдання на розрахунок потоків іонів Na^+ , K^+ , Cl^- крізь мембрани клітин.

У змістовному модулі 2.

6. Завдання на розрахунки характеристик системи кровообігу людини.
7. Задачі на обчислювання швидкості проведення нервового імпульсу по різних волокнах.
8. Завдання на побудову ходу промінів в оці людини при різних типах аберації.
9. Завдання на розрахунки частот та довжини хвилі спектральних ліній для атому водню.
10. Завдання на використання фізичних факторів і зокрема електромагнітного випромінювання в медицині та фармації.
11. Завдання по аналізу і порівняння переваг та недоліків різноманітних методів аналізу речовини.

12. Методи, методики та технології навчання

У ході викладання дисципліни «Біофізика, фізичні методи аналізу» використовуються такі

- *методи навчання:*
 - словесні методи (лекція, бесіда);
 - наочні методи (ілюстрація, демонстрація, фронтальний експеримент);
 - практичні методи (розв'язування задач із фаховим змістом);
 - самостійна робота студентів з осмислення й засвоєння матеріалу;
 - використання контрольно-навчальних комп'ютерних програм з дисципліни;
 - використання методу проєктів для забезпечення міжпредметної інтеграції;
- *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 та ділові навчальні ігри);
 - аудіовізуальні (використання аудіографічної інформації);
 - проблемне навчання.

13. Методи контролю

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

Форми поточного контролю:

- 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.

Для заочної форми навчання проводиться аудиторна контрольна робота.

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	T10	T11	40	100
6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5		
30					30							
60												

16. Методичне забезпечення

1. Робоча навчальна програма дисципліни.
2. Підручник.
3. Навчальний посібник.
4. Комплект мультимедійних презентацій лекцій.
5. Опорний конспект лекцій з дисципліни.
6. Методичні рекомендації та розробки для викладача.
7. Методичні матеріали для самостійної роботи студентів.
8. Методичні вказівки до практичних занять для студентів.
9. Тестові та контрольні завдання до практичних занять.
10. Питання та завдання до підсумкового контролю.
11. Комплект дистанційного курсу з дисципліни.

17. Рекомендована література

Основна

1. Біофізика. Фізичні методи аналізу та метрологія / За ред. Е.І.Личковського, В.О.Тиманюка. - Вінниця, Нова Книга, 2014.
2. Медична і біологічна фізика/ За ред. О.В.Чалого. – Вінниця, Нова Книга, 2013.
3. Тиманюк В.О., Животова О.М. Біофізика: Навч. посіб. для студ. фармац. вищ. навч. закладів. – Х.: Вид-во НФаУ: Золоті сторінки, 2001.

Допоміжна

1. Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М. Медична і біологічна фізика: Підруч.-Львів: Світ, 2003.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высш. шк., 2008.
3. Владимиров Ю А., Рошупкин Д.И, Потапенко А.Я., Деев Л.И. Биофизика. – 1983.
4. Біофізика. Підручник для студ. біол., мед. та фіз. вузів / За ред. П.Г.Костюка. К.: Обереги, 2001.
5. Ремизов А.Н, Максина Л.Г. Сборник задач по медицинской и биологической физике: Учеб.пособие. – М.: Дрофа., 2001.
6. Самойлов В.О. Медицинская биофизика. – Л.: Изд-во СПб: Спец. Лит, 2004.
7. Агапов Р.Т., Миксютич Г.Б. Островерхов П.Й. Лабораторный практикум по физике. – М.: Высш. шк., 1982.

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

1. Центр дистанційних технологій навчання НФаУ. Режим доступу: <http://nuph.edu.ua/centr-distancijjnih-tehnologijj-navcha/>.
2. <http://physics.nuph.edu.ua>
3. <http://nuph.edu.ua/centr-distancijjnih-tehnologijj-navcha/>
4. <http://pharmel.kharkiv.edu/moodle/course/view.php?id=278>
5. <http://pharmel.kharkiv.edu/moodle/course/view.php?id=875>
6. <http://dspace.nuph.edu.ua/>

