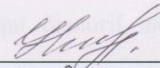


Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний університет
Кафедра хімії та фармації

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Завідувач кафедри

 доц. Іванищук С.М.
“ 2 ” 09 2019 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
БІОЛОГІЧНА ФІЗИКА

спеціальність 226 Фармація, промислова фармація
освітня програма Фармація, промислова фармація
факультет Медичний

2019 – 2020 навчальний рік

Робоча програма Біологічна фізика
спеціальність 226 Фармація, промислова фармація,
освітня програма Фармація, промислова фармація

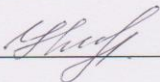
Розробник:

Бесчасний Сергій Павлович – доцент кафедри біології людини та імунології,
кандидат біологічних наук.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри хімії та фармації

Протокол від “2” вересня 2019 року № 2

Завідувач кафедри хімії та фармації

 (Іванищук С.М.)

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 22 Охорона здоров'я	Нормативна	
Модулів – 2			
Змістових модулів – 2	Спеціальність (професійне спрямування): 226 Фармація, промислова фармація	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 90		2-й	2-й
		Семестр	
		3-й	3-й
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2,4 самостійної роботи студента – 4	Рівень вищої освіти: Бакалавр	20 год.	4 год.
		Практичні, семінарські	
		14 год.	2 год.
		Лабораторні	
		год.	год.
		Самостійна робота	
		56 год.	84 год.
		Вид контролю:	
		Диф. залік	Диф. залік

Пояснювальна записка

Теоретичною основою курсу «Біологічна фізика» є опис на молекулярному рівні складу, будови і функціонування компонентів клітини в нормі та патології, дослідження взаємозв'язків структури і функції біологічних систем, молекулярних механізмів регуляції біологічних процесів.

Вивчення біофізики сприяє формуванню та розвитку природничо-наукового мислення, структури діяльності, характерної для натураліста. Взаємозв'язок фізичних, хімічних і біологічних понять курсу забезпечується за рахунок розгляду цих знань в нових синтезованих ситуаціях. При цьому реалізуються принципи науковості, доступності, наочності, зв'язку наукових знань. Біологічні об'єкти розглядаються як вища форма руху матеріального світу, що знаходять і проявляють себе через більш прості, хімічні і фізичні. У зв'язку з цим підкреслюється і розкривається узагальнена методологія пізнання фізико-хімічних явищ в живих системах, що знаходяться в нерозривному зв'язку з навколишнім середовищем, відпрацьовуються єдині підходи до структури пізнавальної діяльності при вивченні природничо-наукових дисциплін.

Мета курсу: оволодіння студентом знаннями з основних розділів біологічної фізики.

Завдання курсу:

Теоретичні:

1. Освоєння студентами основних принципів і теоретичних положень біофізики;
2. Пояснення взаємозв'язку фізичного і біологічного аспектів функціонування живих систем;
3. Вивчення біологічних проблем, пов'язаних з фізичними та фізико-хімічними механізмами взаємодій, що лежать в основі біологічних процесів;
4. Дослідження механізмів трансформації енергії в біологічних системах, електронно-конформаційних взаємодій в біомакромолекулах, регулювання та самоорганізації складних біологічних систем.

Практичні:

1. Практичне застосування біофізичних знань у сфері медицини, сільського господарства, екології та біотехнології.

Компетентності

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

ЗК₂. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК₄. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, здатність вчитися і бути сучасно навченим

ЗК₆. Знання та розуміння предметної області та розуміння професії

Загальні компетентності спеціальності (ЗК)

ФК₁₅. Здатність визначати лікарські засоби та їх метаболіти у біологічних рідинах та тканинах організму, проводити хіміко-токсикологічні дослідження з метою діагностики гострих отруєнь, наркотичного та алкогольних сп'янінь

ФК₁₉. Здатність здійснювати домедичну допомогу хворим та постраждалим у екстремальних ситуаціях

Програмні результати навчання згідно з вимогами освітньої програми:

ПРУ 1. Застосовувати знання з загальних та фахових дисциплін у професійній діяльності, дотримуватись норм санітарно-гігієнічного режиму, вимог техніки безпеки та охорони середовища при здійсненні професійної діяльності. Проводити професійну діяльність у соціальній взаємодії оснований на гуманістичних і етичних засадах; ідентифікувати майбутню професійну діяльність як соціально значущу для здоров'я людини.

ПРУ 16. Визначати вплив факторів навколишнього середовища: вологи, температури, світла, тощо на стабільність лікарських засобів та виробів медичного призначення.

Міждисциплінарні зв'язки:

Біофізика базується на наступних дисциплінах: анатомія, фізика, неорганічна хімія, органічна хімія, цитологія, фізіологія людини і тварин, радіобіологія, ботаніка.

Провідна ідея предмета - показати внутрішньопредметні та міжпредметні зв'язки фізичних, хімічних і біологічних знань стосовно живого організму, а також необхідність інтеграції знань для вирішення завдань в області людинознавства на теоретичному рівні пізнання. Основним елементом структури знань предмета є теорія кінетики біологічних процесів, термодинамічних процесів, теорія впливу електромагнітного випромінювання на живий організм, теорія фотобіологічних процесів, теорія реакції.

Курс є основою для розуміння базових закономірностей поведінки біологічних систем, він базується на результатах, отриманих в області цитології, генетики, молекулярної біології з використанням фізичних методів дослідження, тому теоретичні положення курсу «Біофізики» розроблялися з урахуванням знань і умінь, отриманих в процесі вивчення вищеперелічених дисциплін.

Зміст навчальної дисципліни

ВСТУП

Предмет і завдання біофізики. Біологічні і фізичні процеси і закономірності в живих системах. Методологічні питання біофізики. Історія розвитку біофізики. Місце біофізики в науковій картині світу.

ТЕРМОДИНАМІКА БІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Термодинаміка рівноважних станів. Перший закон термодинаміки. Ентальпія. Закон Геса. Калориметрія. Другий закон термодинаміки. Термодинамічні потенціали. Зміна стандартної вільної енергії та константа рівноваги. Електрохімічний потенціал. Термодинаміка незворотних процесів. Зміна ентропії у відкритих системах. Швидкість ентропії та дисипативна функція. Теорема Пригожина. Стійкість стаціонарного стану. Нелінійна термодинаміка.

БІОФІЗИКА МЕМБРАННИХ ПРОЦЕСІВ.

Структура і функціонування біологічних мембран. Мембрана як універсальний компонент біологічних систем. Розвиток уявлень про структурну організацію мембран. Характеристика мембранних білків. Характеристика мембранних ліпідів. Динаміка структурних елементів мембрани. Білок-ліпідні взаємодії. Вода як складовий елемент біомембран. Модельні мембранні системи. Моношар на межі розділу фаз. Бішарові мембрани. Протеоліпосоми.

Фізико-хімічні механізми стабілізації мембран. Особливості фазових переходів в мембранних системах. Обертальна і трансляційна рухливість фосфоліпідів, фліп-флоп переходи. Рухливість мембранних білків. Вплив зовнішніх (екологічних) факторів на структурно-функціональні характеристики біомембран.

Поверхневий заряд мембранних систем; походження електрокінетичного потенціалу. Явище поляризації в мембранах. Дисперсія електропровідності, ємності, діелектричної проникності. Залежність діелектричних втрат від частоти. Особливості структури живих клітин і тканин, що лежать в основі їх електричних властивостей.

Вільні радикали при ланцюгових реакціях окислення ліпідів в мембранах та інших клітинних структурах. Утворення вільних радикалів у тканинах в нормі і при патологічних процесах. Роль активних форм кисню. Антиоксиданти, механізм їх біологічної дії. Природні антиоксиданти тканин та їх біологічна роль.

БІОФІЗИКА ПРОЦЕСІВ ТРАНСПОРТУ РЕЧОВИН ЧЕРЕЗ БІОМЕМБРАНИ І БІОЕЛЕКТРОГЕНЕЗ.

Пасивний і активний транспорт речовин через біомембрани.

Транспорт неелектролітів. Проникність мембран для води. Проста дифузія. Органічна дифузія. Зв'язок проникності мембран з розчинністю проникаючих речовин в ліпідах. Полегшена дифузія. Транспорт цукрів і амінокислот через мембрани за участю переносників. Піноцитоз.

Транспорт електролітів. Електрохімічний потенціал. Іонна рівновага на кордоні мембрана-розчин. Профілі потенціалу та концентрації іонів у подвійному електричному шарі. Рівновага Доннана. Пасивний транспорт; рушійні сили перенесення іонів. Електродифузне рівняння Нерста-Планка. Рівняння постійного поля для потенціалу і іонного потоку. Проникність і провідність. Співвідношення односторонніх потоків (співвідношення Уссінга).

Потенціал спокою, його походження. Активний транспорт. Електрогенний транспорт іонів. Участь АТФаз в активному транспорті іонів через біологічні мембрани. Іонні канали: теорія однорядного транспорту. Іоноформи: переносники і каналоутворюючі агенти. Іонна селективність мембран (термодинамічний кінетичний підходи). Модель паралельного функціонування пасивних і активних шляхів перенесення іонів.

Потенціал дії. Роль іонів Na і K в генерації потенціалу дії в нервових, м'язових волокнах і у інших об'єктах; роль іонів Ca і Cl. Кінетика потоків іонів при збудженні.

Механізм активації та інактивації каналів.

Опис іонних струмів в моделі Ходжкіна-Хакслі. Зворотні струми. Математична модель нелінійних процесів мембранного транспорту. Флуктуація напруги і провідності в модельних та біологічних мембранах. Поширення збудження. Кабельні властивості нервових волокон. Проведення імпульсу по не мієлінових і мієлінових волокнах. Математичні моделі процесу поширення нервового імпульсу. Фізико-хімічні процеси в нервових волокнах при проведенні рядів імпульсів (ритмічне збудження). Енергозабезпечення процесів розповсюдження збудження.

МОЛЕКУЛЯРНІ МЕХАНІЗМИ ПРОЦЕСІВ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СПОЛУЧЕННЯ

Зв'язок транспорту іонів і процес перенесення електрона в хлоропластах і мітохондріях. Локалізація електронотransпортних ланцюгів у мембрані; структурні аспекти функціонування пов'язаних з мембраною переносників; асиметрія мембрани.

Основні положення теорії Мітчелла; електрохімічний градієнт протонів; роль векторної H^+ АТФази. Сполучні комплекси, їх локалізація в мембрані; функції окремих субодиниць; конформаційні перебудови в процесі утворення макроергів. Протеоліпосоми як модель для вивчення механізму енергетичного сполучення. Бактеріородопсин як молекулярний фотоелектричний генератор. Фізичні аспекти і моделі енергетичного сполучення.

БІОФІЗИКА СКОРОТЛИВИХ СИСТЕМ

Основні типи скорочувальних і рухомих систем. Молекулярні механізми рухливості білкових компонентів скорочувального апарату м'язів. Принципи перетворення енергії в механічних системах. Термодинамічні, енергетичні й силові характеристики скорочувальних систем.

Функціонування поперечносмугастих м'язів хребетних. Моделі Хакслі, Дещеревського, Хілла. Молекулярні механізми не м'язової рухливості.

ГЕМОДИНАМІКА.

Фізичні основи гемодинаміки. Рівняння нерозривного потоку. Види тисків. Рівняння Бернуллі. Робота з подолання сил внутрішнього тертя потоку рідини. Рівняння Ньютона для в'язкої рідини. Число Рейнольдса. Закон Гагена Пуазейля. Фізичні властивості крові. Щільність і відносна в'язкість крові. Рух еритроцитів в судинній системі. Швидкість осідання еритроцитів. Серце як механічна система. Фази скорочення серця. Залежність частоти серцевих скорочень від маси тварини. Систолічний об'єм. Робота серця. Розрахунок роботи серця при навантаженні. Біофізичні закономірності руху крові в серцево-судинній системі. Пульсова хвиля. Тиск крові в судинній системі людини. Методи вимірювання тиску крові.

ДІЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ НА БІООб'ЄКТИ.

Електричний струм в електролітах. Закони електролізу. Електрична поляризація. Види поляризації. Електрокінетичні явища. Електрофорез. Мембранна поляризація. Електроємність живої тканини. Проходження постійного струму через живі тканини. Дія постійного струму на організм тварин. Електропровідність тканини. Поняття реобаза і хронаксія. Формула Вейса. Гальванізація як метод лікування слабким постійним струмом. Проходження змінного струму через живі тканини. Еквівалентні схеми біологічних об'єктів. Опір живих тканин змінному струму. Дисперсія електропровідності.

Дія змінного струму на організм тварини. Методи дослідження біооб'єктів струмом: реографія, реоенцефалографія, реопульманографія. Біофізика ураження електрикою. Фізіологічні механізми дії змінного струму. Поняття дефібриляція серцевої діяльності. Електронаркоз.

БІОФІЗИКА РЕЦЕПЦІЇ

Загальні закономірності взаємодії лігандів рецепторами; рівноважний зв'язування гормонів. Роль структури плазматичної мембрани в процесі передачі гормонального

сигналу. Рецептор-опосередкований внутрішньоклітинний транспорт. Уявлення про цитоплазменоядерному транспорті. Методи дослідження гормональних рецепторів.

Проблема сполучення між первинним взаємодією зовнішнього стимулу з рецепторним субстратом і генерацією рецепторного (генераторного) потенціалу. Загальні уявлення про структуру та функції рецепторних клітин. Місце рецепторних процесів в роботі сенсорних систем.

Будова зорової клітини. Молекулярна організація фоторецепторної мембрани; динаміка молекули зорового пігменту в мембрані. Зорові пігменти: класифікація, будова, спектральні характеристики; фотохімічні перетворення родопсину. Ранні та пізні рецепторні потенціали. Механізми генерації пізнього рецепторного потенціалу.

Рецепторні закінчення шкіри, пропріорецептори. Механорецептори органів чуття: органи бічної лінії, вестибулярний апарат, кортіїв орган внутрішнього вуха. Загальні уявлення про роботу органу слуху. Сучасні уявлення про механізми механорецепції; генераторний потенціал. Нюх. Сприйняття запахів: пороги, класифікація запахів. Смакові якості. Будова смакових клітин. Проблема смакових рецепторних білків. Проблема клітинного впізнавання. Механізми взаємодії клітинних поверхонь.

БІОФІЗИКА ФОТОБІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Механізми трансформації енергії у первинних фотобіологічних процесах. Взаємодія квантів з молекулами. Первинні фотохімічні реакції. Фемптосекундна спектроскопія і механізми надшвидких процесів. Еволюція хвильового пакета.

Основні стадії фотобіологічних процесів. Механізми фотобіологічних і фотохімічних стадій. Кінетика фотобіологічних процесів. Проблеми поділу зарядів і перенесення електрона в первинному фотобіологічному процесі. Роль електронно-конформаційних взаємодій. Біофізика фотосинтезу. Структурна організація та функціонування фотосинтетичних мембран. Фотосинтетична одиниця. Два типи пігментних систем і дві світлові реакції. Організація і функціонування фотореакційних центрів. Проблеми первинного акту фотосинтезу. Електронно-конформаційні взаємодії. Фотоінформаційний перехід. Кінетика і фізичні механізми переносу електрона в електронтранспортних ланцюгах при фотосинтезі. Механізми сполучення окислювально-відновних реакцій з трансмембранним перенесенням протона. Механізми фотоінгібування. Фотоенергетичні реакції бактеріородопсина і зорового пігменту родопсину. Фоторегуляційні і фотодеструктивні процеси. Основні типи фоторегуляційних реакцій рослинних і мікробних організмів. Фотоморфогенез, Фототропізм, фототаксис. Спектр дії, природа фоторецепторних систем, механізми первинних фотореакція.

ФІЗИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ ТА МЕТРОЛОГІЯ

Спектроскопія у видимій та ультрафіолетовій областях. Інфрачервона спектроскопія. Спектроскопія комбінаційного розсіювання. Спектроскопія ядерного магнітного резонансу. Мас-спектроскопія. Рентгеноструктурний аналіз. Мікроскопічний аналіз. Поляриметрія. Термічний аналіз. Рефрактометрія. Хроматографія. Фізичні методи у виробництві лікарських засобів.

ОСНОВИ ТЕОРЕТИЧНОЇ МЕТРОЛОГІЇ ТА ЇЇ РОЛЬ У ФАРМАЦІЇ

Метрологія як наука. Завдання метрології. Вимірювання фізичної величини. Прямі вимірювання. Однократне пряме вимірювання. Багатократні непрямі вимірювання. Метод обробки даних вимірювань із застосуванням теорії ймовірностей та математичної статистики. Математична обробка результатів вимірювань. Посередні (непрямі) вимірювання.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. <u>Термодинаміка та молекулярна біофізика</u>												
1. Термодинаміка рівноважних станів. Термодинаміка незворотніх процесів	10	2	2			6		2		2		8
2. Біологічні макромолекули у розчині	8	2				6						8
3. Біофізика білків. Біофізика нуклеїнових кислот	10	2	2			6						8
Разом	28	6	4			18		2		2		24
Змістовий модуль 2. <u>Біофізика клітинних процесів та складних систем</u>												
1. Біофізика клітинних процесів. Клітинні мембрани	8	2				6		2				8
2. Мембранний транспорт	6	2				4						8
3. Електричні явища в клітині. Механізми міжклітинних взаємодій	10	2	2			6						8
4. Біофізика скорочувальних процесів Біофізика фосфорилування	8	2	2			4						10
5. Фотобіологічні процеси. Передача інформації у сенсорних системах	10	2	2			6						8
6. Фізичні методи аналізу та метрологія	10	2	2			6						10
7. Основи теоретичної метрології та її роль у фармації	10	2	2			6						8
Разом	62	14	10			38		2				60
Усього годин	90	20	14			56		4		2		84

5. ЗМІСТОВІ МОДУЛІ НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ

(денна форма навчання)

Змістовий модуль 1. Термодинаміка та молекулярна біофізика

Лекційний модуль

Тема лекції	Кількість годин
1. Термодинаміка рівноважних станів. Термодинаміка незворотніх процесів	2
2. Біологічні макромолекули у розчині	2
3. Біофізика білків. Біофізика нуклеїнових кислот	2

Практичний модуль

Тема заняття	Кількість годин
1. Організація роботи при проведенні лабораторних занять. Загальні методичні вказівки. Техніка безпеки. Система одиниць вимірювання. Обчислення похибок.	2
2. Визначення густини методом зважування.	2

Модуль самостійної роботи

Тема	Кількість годин
1. Розв'язок задач з термодинаміки рівноважних станів	6
2. Розв'язок задач з термодинаміки необоротних процесів	6
3. Розв'язок задач з фізико-хімічних параметрів біологічних макромолекул. Біофізика біологічних макромолекул. Кінетика біофізичних процесів.	6

Змістовий модуль 2. Біофізика клітинних процесів та складних систем

Лекційний модуль

Тема лекції	Кількість годин
1. Біофізика клітинних процесів. Клітинні мембрани	2
2. Мембранний транспорт	2
3. Електричні явища в клітині. Механізми міжклітинних взаємодій	2
4. Біофізика скорочувальних процесів Біофізика фосфорилування	2
5. Фотобіологічні процеси. Передача інформації у сенсорних системах	2
6. Фізичні методи аналізу та метрологія	2
7. Основи теоретичної метрології та її роль у фармації	2

Практичний модуль

Тема заняття	Кількість годин
1. Визначення пружних властивостей кісткової тканини.	2
2. Силові та енергетичні параметри м'язового скорочення	2
3. Експериментальна перевірка закону Бернуллі.	2
4. Вивчення механізму руху крові по судинам та вимірювання	2

кров'яного тиску. 5. В'язкість рідин і методи її визначення. Визначення показника заломлення рідин за допомогою рефрактометра Аббе.	2
--	---

Модуль самостійної роботи

<i>Тема заняття</i>	<i>Кількість годин</i>
1. Мембранний транспорт	6
2. Мембранний потенціал і збудливість клітин	4
3. Біофізика м'язів і біомеханіка	6
4. Біофізика сенсорних систем	4
5. Біофізика фотобіологічних процесів	6
6. Радіаційна біофізика	6
7. Метрологія у фармації	6

(заочна форма навчання)

Змістовий модуль 1. Термодинаміка та молекулярна біофізика

Лекційний модуль

<i>Тема лекції</i>	<i>Кількість годин</i>
1. Термодинаміка рівноважних станів. Термодинаміка незворотніх процесів	2

Лабораторний модуль

<i>Тема заняття</i>	<i>Кількість годин</i>
1. Визначення густини методом зважування.	2

Модуль самостійної роботи

<i>Тема</i>	<i>Кількість годин</i>
1. Розв'язок задач з термодинаміки рівноважних станів. Розв'язок задач з термодинаміки необоротних процесів	8
2. Розв'язок задач з фізико-хімічних параметрів біологічних макромолекул	8
3. Біофізика біологічних макромолекул. Кінетика біофізичних процесів	8

Змістовий модуль 2. Біофізика клітинних процесів та складних систем

Лекційний модуль

<i>Тема лекції</i>	<i>Кількість годин</i>
1. Біофізика клітинних процесів	2

Модуль самостійної роботи

<i>Тема заняття</i>	<i>Кількість годин</i>
1. Фізико-хімічні характеристики клітин та тканин	8

2. Мембранний транспорт. Мембранний потенціал і збудливість клітин.	8
3. Біофізика м'язів і біомеханіка	8
4. Біофізика сенсорних систем	10
5. Біофізика фотобіологічних процесів	8
6. Радіаційна біофізика	10
7. Реологічні властивості крові	8

Методи навчання

Комплексне використання різноманітних методів організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності студентів та методів стимулювання і мотивації їх навчання, що сприяють розвитку творчих засад особистості майбутнього фахівця з урахуванням індивідуальних особливостей учасників навчального процесу й спілкування.

З метою формування професійних компетенцій фахівця-біолога застосовуються методи роботи в малих групах на лабораторних заняттях з біофізики. Реалізація ситуативного моделювання здійснюється за допомогою ситуативних задач з біофізики (наведених у посібниках В.А. Осипова «Сборник задач по биофизике», Зими В.Л. «Задачи з біофізики»). Також здійснюється опрацювання дискусійних питань.

Методи контролю

Педагогічний контроль здійснюється з дотриманням вимог об'єктивності, індивідуального підходу, систематичності і системності, всебічності та професійної спрямованості контролю.

Використовуються такі методи контролю (усного, письмового), які мають сприяти підвищенню мотивації здобувачів до навчально-пізнавальної діяльності. Відповідно до специфіки фахової підготовки перевага надається тестовому контролю.

Критерії оцінювання знань та вмінь студентів

Критерії оцінювання практичної роботи

Критерії оцінювання практичної роботи	Кількість балів яка нараховується
Практична робота виконана повністю, правильно, одержані наукові результати, оформлена робота правильно. Досліди виконані за планом з дотриманням техніки безпеки і правил роботи з речовинами та обладнанням.	5,9
Практична робота виконана повністю, правильно, одержані наукові результати, оформлена робота правильно. Досліди виконані за планом з дотриманням техніки безпеки і правил роботи з речовинами та обладнанням, але допущена одна несуттєва помилка при роботі з речовинами та обладнанням, або помилки при оформленні роботи.	4,8
Практична робота виконана повністю, правильно, спостереження і висновки наукові, але допущені несуттєві помилки в роботі з речовинами та обладнанням або несуттєві помилки при оформленні роботи.	3,7
План практичної роботи виконано на 90%, допущені помилки при	2,6

роботі з речовинами та обладнанням або помилки при оформленні роботи.	
План практичної роботи виконано на 75%, допущені помилки при роботі з речовинами та обладнанням і помилки при оформленні роботи.	1,5
План практичної роботи виконано менше, як на 50%, спостереження або висновки мають наукові помилки.	0,4
Практична робота не виконана	0

Критерії оцінювання контрольної роботи

Питання контрольної роботи	Критерії оцінювання контрольної роботи	Кількість балів, яка нараховується
Теоретичні питання	Відповідь повна без помилок	5,9
	Відповідь повна, але містить одну несуттєву помилку	4,8
	Відповідь повна, але містить дві-три несуттєві помилки	3,7
	Відповідь повна, але містить одну суттєву помилку	2,6
	Відповідь або неповна, без логічної послідовності, або містить дві суттєві помилки	1,5
	Відповідь містить більше двох суттєвих помилок, або виконана менше ніж на 50%	0,4
	Відповідь відсутня	0

Критерієм оцінювання самостійної роботи є виконав (5,9 балів)/не виконав (0 балів)

Переведення оцінки у п'ятибальну

Кількість балів	Оцінка		
	ECTS	Середній бал (за 100-бальною шкалою)	національна
5,9	A	87-100	відміно
4,8	B	74-86	добре
3,7	C	61-73	
2,6	D	48-60	задовільно
1,5	E	35-47	
0,4	FX	22-34	незадовільно
0	F	<22	незадовільно

Рекомендована література

Основна література

1. Біофізика. Фізичні методи аналізу та метрологія [Текст] : підручник / Е. І. Личковський, В.О. Тіманюк, О.В. Чалий та ін. - Вінниця : Нова Книга, 2014. - 464 с.
2. Біофізика. Практикум [Текст] : навч. посібник для студ. біол. фак. / В. В. Ганчурін [та ін.] ; Київський ун-т ім. Тараса Шевченка. - К. : РВЦ "Київський ун-т", 1997. - 192 с.
3. Біофізика [Текст] : зб. задач: Навч. посіб. для студ. біол., мед. та фіз. ф-тів вищ. навч. закл. / В. Л. Зима. - К. : Вища школа, 2001. - 123 с.
4. Біофізика [Текст] : лабораторний практикум для студ. спец. 6.090800 "Фізична та біомедична електроніка" та 6.091000 "Біотехнічні та медичні апарати і системи" / Національний авіаційний ун-т ; уклад. Е. Г. Азнакаєв. - К. : НАУ, 2007. - 48 с.
5. Біофізика [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Ю. М. Олександров [и др.]. - Х. : Харківський національний ун-т радіоелектроніки, 2005 .
6. Біофізика [Текст] : навч. посібник для студ. вищих фармац. навч. закл. / В. О. Тіманюк, О. М. Животова ; Національна фармацевтична академія України. - Х. : Золоті сторінки : Видавництво НФАУ, 2001. - 204 с.
7. Біофізика [Текст] : підручник для студентів біолог., мед. та фізичних фак-тів вищих навч. закладів / П. Г. Костюк [та ін.] ; ред. П. Г. Костюк. - К. : Обереги, 2001. - 544 с.

Додаткова література

1. Біофізика мембранних процесів [Текст] : навч.-метод. посіб. для студ. мед. вищ. навч. закл. / О. В. Чалий [та ін.] ; Національний медичний ун-т ім. О.О.Богомольця. Кафедра медичної і біологічної фізики. - К. : Фітосоціоцентр, 1999. - 62 с.
2. Біофізика риб [Текст] / Ю. І. Посудін. - К. : [б.в.], 1996. - 33 с.
3. Біофізика серця спортсмена. За даними ехокардіографії [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Г. М. Яковлев [та ін.]. - Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2006. - 48 с.
4. Біофізика та біомеханіка [Текст] : метод. вказівки до лаб. робіт / Чернівецький держ. ун-т ім. Ю.Федьковича ; уклад. О. Д. Архелюк. - Чернівці : [б.в.], 1998. - 20 с.
5. Біофізика та радіологія [Текст] : навч. посібник / Чернівецький держ. ун-т ім. Юрія Федьковича ; уклад. Я. А. Свєрбівус, Н. В. Онешук. - Чернівці : Рута, 1999. - 68 с.
6. Медична біофізика. Інтегрований курс лекцій [Текст] : навч. посіб. / Л. Ємчик, Я. Кміт. - Л. : [б.в.], 1998. - 215 с.
7. Методичні розробки до розв'язування задач з біофізики та структура навчальних модулів до загального курсу "Біофізика" для студентів біологічного факультету [Текст] / упоряд. К. І. Богуцька [та ін.] ; Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка. - К. : ВПЦ "Київський ун-т", 2002. - 34 с.
8. Прикладна фізика і біофізика [Текст] : зб. задач для студ. зоовет. спец. с.-г. вузів III-IV рівнів акредитації / Ю. І. Посудін [та ін.] ; ред. Ю. І. Посудін ; Національний аграрний ун-т. Кафедра фізики. - К. : [б.в.], 1999. - 128 с.
9. Фізика і біофізика навколишнього середовища [Текст] / Ю. І. Посудін. - К. : Світ, 2000. - 304 с.

Інформаційні ресурси

<http://profilib.com/zhanr/biofizika.php>
<http://www.twirpx.com/file/456798/>
<http://www.library.biophys.msu/rubin/>
<http://humbio/humbio/ssb/00091f6e.htm>
<http://6years.net/?do=static&page=Biofizika>
<http://knigolib.ru/?p=111495>
http://www.ximicat.com/ebook.php?file=volkensten_mbif.djv&page=2

Зміни та доповнення до робочої програми

_____ н.р.

Протокол № ____
від «__» _____ 200_р.

Завідувач кафедри _____

_____ н.р.

Протокол № ____
від «__» _____ 200_р.

Завідувач кафедри _____

_____ н.р.

Протокол № ____
від «__» _____ 200_р.

Завідувач кафедри _____