

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра молекулярної та медичної біофізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної
роботи

“ ____ ” _____ 20__ р.

Робоча програма навчальної дисципліни

ОСНОВИ БІОФІЗИКИ

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський) _____

галузь знань _____ 15 Автоматизація та приладобудування _____
(шифр і назва)

спеціальність _____ 153 Мікро- та наносистемна техніка _____
(шифр і назва)

освітня програма _____ " Мікро- та наносистемна техніка " _____
(шифр і назва)

спеціалізація _____
(шифр і назва)

вид дисципліни _____ обов'язкова _____
(обов'язкова / за вибором)

факультет радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

2020 / 2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем.

17 червня 2020 року, протокол №7.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Берест Володимир Петрович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри молекулярної і медичної біофізики.

Програму схвалено на засіданні кафедри молекулярної і медичної біофізики. Протокол від 19 травня 2020 року № 4.

Завідувач кафедри молекулярної і медичної біофізики

_____ Володимир БЕРЕСТ

Програму погоджено з гарантом освітньої-професійної програми «Мікро- та наносистемна техніка».

Гарант освітньої професійної програми «Мікро- та наносистемна техніка»

_____ Тимофій МУСТЕЦОВ

Програму погоджено методичною комісією факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем.

Протокол від 17 червня 2020 року № 6.

Голова методичної комісії факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

_____ Леонід ЧОРНОГОР

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Основи біофізики» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки "Мікро- та наносистемна техніка"

бакалаврів

у галузі знань	<u>15 Автоматизація та приладобудування</u>
спеціальності	<u>153 Мікро- та наносистемна техніка</u>
спеціалізації	

Теоретичними засадами курсу «Основи біофізики» з циклу професійної та практичної підготовки є висвітлення на молекулярному рівні складу, будови і функціонування біомакромолекул, мембран, клітин та організмів 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 інженера електроніка, прикладного фізика. 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.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни - оволодіння студентом знаннями з основних розділів біологічної фізики є гармонізованою з метою освітньо-професійної програми «Мікро- та наносистемна техніка».

Окрім того завданням цього курсу є не тільки традиційне засвоєння окремих теоретичних положень і практичних умінь та навичок, а і розвиток у студентів здібностей до аналізу, узагальнень, поглибленого та ефективного використання у практичній діяльності отриманих знань з біофізики.

Провідна ідея предмета - показати внутрішньопредметні та міжпредметні зв'язки фізичних, хімічних і біологічних знань стосовно живого організму, а також необхідність інтеграції знань для вирішення міждисциплінарних завдань в області людинознавства на теоретичному рівні пізнання.

Вивчення біофізики відіграє важливу роль у підготовці фахівців - біомеделектроніків, оскільки формує наукові погляди на фізичну складову процесів, що відбуваються в живому організмі. Важливість даної дисципліни зумовлена також широким використанням досягнень біофізики в біомедичних технологіях, медичному приладобудуванні, у медицині, сільському господарстві, енергетиці, екології тощо, тобто галузях, які передбачають використання процесів, що відбуваються в живих організмах, у промислових цілях. Студенти практикуються у розв'язанні задач; набувають досвіду виконання самостійних завдань; вчать розуміти та захищати отримані результати експериментальних досліджень; розглядають термодинаміку біологічних систем та

кінетику біологічних процесів, біологічну роль води, конформаційну динаміку біополімерів, транспортні явища та електрохімічні властивості розчинів електролітів, міжмолекулярну взаємодію та методи її дослідження, біофізику процесів транспорту речовин через біомембрани і біоелектрогенез, біомеханіку, мембранні та електрофізичні явища в живих клітинах та методи їх досліджень, біоенергетику, дію фізичних факторів на біологічні об'єкти.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Теоретичні

- Освоєння студентами основних принципів і теоретичних положень біофізики;
- Пояснення взаємозв'язку фізичного і біологічного аспектів функціонування живих систем;
- Вивчення технологічних 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.

Практичні

- практичне застосування біофізичних знань у сфері автоматизації та приладобудування, медицини, екології та біотехнології.

1.3. Кількість кредитів 3

1.4. Загальна кількість годин 90

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	-й
Семестр	
5-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
28 год.	год.
Лабораторні заняття	
0 год.	год.
Самостійна робота	
30 год.	год.
Індивідуальні завдання	
0 год.	

1.6. Заплановані результати навчання

Дисципліна «Основи біофізики» формує низку загальних компетентностей: ЗК-1, ЗК-6, ЗК-7, ЗК-8 та фахових компетентностей ФК-3, ФК-4, ФК-7, ФК-10, ФК-11, ФК-12.

Очікувані результати навчання відповідають програмованим результатам навчання ОПП «Мікро- та наносистемна техніка» (ПРН 2, 3, 6, 7, 8, 9, 12, 13) й полягають у тому, що в результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- Основні поняття, теорії та закони біологічної фізики;
- Класифікацію, методи роботи, властивості біофізичних систем;
- Біомеханічні основи рухових дій і рухової діяльності;
- Знати теоретичні концепції сучасної біомеханіки;
- Знати фізичні закономірності руху крові в серцево-судинній системі та методи, що дозволяють оцінити роботу серця;
- Знати основи перетворення енергії в живому організмі;
- Знати основи теорії проникності, особливості протікання явищ дифузії, теплопровідності, електропровідності в мембранній структурі;
- Знати сутність особливості протікання збудження по нервовому волокну;
- Знати фундаментальну і сучасну біофізичну літературу.

уміти:

- Застосовувати знання у практичній діяльності;
- Вирішувати тестові завдання;
- Володіти основами системного підходу до аналізу складних явищ;
- Вміти синтезувати знання в нових ситуаціях;
- Вміти проводити енергетичний аналіз деяких біологічних процесів;
- Вміти здобувати нові знання, використовуючи сучасні інформаційні освітні технології.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Вступ

0.1. Місце біофізики серед сучасних наук про живе. Зв'язок біофізики та біомедичної електроніки. Об'єкти та методи дослідження в біофізиці. Основні складові біофізики, перспективи її розвитку.

0.2. Особливості хімічного складу живої матерії. Основні типи біомолекул.

Розділ 1. Молекулярна біофізика

Тема 1. Термодинамічні методи в біофізиці

1.1. Вільна енергія, хімічний потенціал, форми перетворення енергії в організмі.

1.2. Рівняння балансу у термодинаміці. Закони збереження та рівняння балансу, що використовуються при термодинамічному описі систем. Рівняння балансу в інтегральній формі. Дисипативна функція. Рівняння балансу в локальній формі. Виробництво і джерело ентропії. Закони збереження в локальній формі. Феноменологічне формулювання другого закону термодинаміки.

1.3. Термодинаміка незворотних процесів в біофізиці. Термодинамічний потік і потенційне поле на прикладі хімічного потенціалу. Приклад залежності потоків і сил: проста дифузія в бінарному розчині. Закони Фіка.

1.4. Лінійна термодинаміка незворотних процесів в біофізиці. Узагальнені сили й узагальнені потоки. Феноменологічні співвідношення. Власні коефіцієнти і коефіцієнти взаємності. Співвідношення взаємності Онзагера. Функція дисипації та її властивості. Сили й потоки в розчинах і мембранах. Загальна характеристика транспортних процесів в мембранах і клітинах. Термодинаміка мембранних і клітинних процесів.

Тема 2. Фізичні властивості макромолекул

2.1. Водні розчини електролітів. Структурні моделі води. Гідратація іонів. Теорія Дебая-Хюккеля. Біологічна роль іонів.

2.2. Природа внутрішньо- та міжмолекулярних взаємодій. Типи зв'язків. Основні фізичні властивості макромолекул.

2.3. Внутрішнє обертання та поворотна ізомерія. Кооперативні явища у макромолекулах. Клубок та глобула. Поліелектролітна природа макромолекул

Тема 3. Фізика білка

3.1. Фізико-хімічні властивості амінокислот. Типи структурної організації білків. Проблема самозбирання білків. Шаперони. Денатурація. Особливості структури фібрилярних та мембранних білків. Протеоміка. Нанотехнології білкових чипів.

3.2. Кінетика ферментативних реакцій. Рівняння Міхаеліса-Ментен. Фізико-хімічні механізми ферментативних реакцій. Біореактори та біокаталізатори в нанотехнологіях.

Тема 4. Фізика нуклеїнових кислот

4.1. Фізичні властивості мономерів нуклеїнових кислот. Типи спіральної структури ДНК та РНК. Стабільність подвійної спіралі ДНК, вплив води та іонів. Просторова структура РНК.

4.2. Біологічна роль нуклеїнових кислот. Комплекси нуклеїнових кислот з низькомолекулярними речовинами. Білково-нуклеїнові комплекси. Геноміка. Біоінформатика.

Розділ 2. Біофізика клітини

Тема 5. Біофізика мембран

5.1. Мембранна ультраструктура клітини. Фізико-хімічні властивості ліпідів та білків мембран. Гідрофобні взаємодії в мембрані. Ліпосоми – наноконтейнери. Поверхневий заряд мембран; походження електрокінетичного потенціалу. Явище поляризації в мембранах.

5.2. Пасивний мембранний транспорт. Рівновага Доннана. Електрохімічний мембранний потенціал. Рівняння Гольдмана. Потенціал Нернста. Рівняння Ходжкіна-Катца. Іонні канали. Аквапорини. Активний транспорт іонів крізь біологічні мембрани.

5.3. Перенос масивних структур в клітинах. Ендоцитоз. Окаймлені везикули. Рецепторопосередкований піноцитоз. Фагоцитоз. Екзоцитоз. Транспорт білків в клітині. Перенос білків через мембрани.

Тема 6. Нервова провідність

6.1. Тваринна електрика. Аксон та нервовий імпульс. Генерація та поширення потенціалу дії. Еквівалентна електрична схема нервового волокна. Модель Ходжкіна-Хакслі. Нейронні мережі.

6.2. Синаптична передача імпульсу. Біоніка, нейрокомп'ютерний інтерфейс, кіборги. Міжклітинні контакти й міжклітинний транспорт. Типи міжклітинних контактів. Транспорт речовин через міжклітинні сполучення. Конексини.

Тема 7. Біофізика скоротливих систем, фізика м'язового скорочення

7.1. Структура м'язів та м'язових білків. Моделі скорочення поперечносмугастих м'язів. Механічні властивості м'язу, рівняння Хілла. Фізико-хімічні моделі м'язового скорочення. Цитоскелет. Молекулярні мотори. Джгутики, ворсинки, флагели. Проблеми біомеханіки.

Тема 8. Вступ до біоенергетики

8.1. Енергетика окислювально-відновлювальних реакцій. Структура та властивості мітохондрій. Окислювальне фосфорилування в мембранах мітохондрій. АТФ-синтаза. Хеміосмотична гіпотеза Мітчелла.

Розділ 3. Взаємодія фізичних полів з біосистемами

Тема 9. Вплив низьких температур на біооб'єкти. Кріобіофізика.

9.1. Властивості водних розчинів при низьких температурах. Фізичні механізми кріовпливу на молекулярному та клітинному рівнях. Проблеми кріоконсервації біоматеріалу.

Тема 10. Вплив акустичних полів на біосистеми.

10.1. Фізика слуху. Кохлеарні імпланти. Механорецепція. Дія ультразвуку на біологічні об'єкти. Кавітація. Використання ультразвуку в біології та медицині.

Тема 11. Вплив електромагнітних полів на біооб'єкти.

11.1. Вплив постійних на змінних електричних та магнітних полів на біологічні об'єкти. Дисперсія діелектричної проникності біологічних об'єктів. Особливості впливу змінних електромагнітних полів низьких частот, сантиметрових та міліметрових хвиль на біоструктури. Поведінка води у НВЧ полі. Дія КВЧ. Електромагнітна сумісність та безпека. Діагностичне та терапевтичне застосування електричних струмів та е-м полів.

Тема 12. Фізика фотобіологічних процесів.

12.1. Взаємодія світла з живими системами. Фотосинтез. Дві фотосинтетичні системи. Механізми фотосинтезу.

12.2. Фотохімічні реакції в білках, ліпідах і нуклеїнових кислотах. Ферментативний характер і молекулярний механізм фотореактивації. Роль фотоіндукованого синтезу біологічно активних сполук у процесі фотозахисту. Вплив УФ, лазерів та LED випромінювачів на біооб'єкти. Фотодинамічна терапія.

12.3. Оптична система ока тварин. Молекулярні механізми рецепції світла. Лазерна корекція зору. Бактеріородопсин як молекулярний фотоелектричний генератор.

Тема 13. Радіаційна біофізика.

13.1. Основні фізичні параметри іонізуючих випромінювань. Вплив іонізуючих випромінювань на різних рівнях біологічної організації.

13.2. Пряма та непряма дія іонізуючої радіації. Радіоліз води. Принцип влучення та теорія мішені. Репарація радіаційних ушкоджень молекулами та клітинами. Радіаційне забруднення навколишнього середовища. Проблеми радіаційної безпеки.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів	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
Вступ.												
Разом за розділом	2	2										
Розділ 1. Молекулярна біофізика												
Разом за розділом 1	29	10	9			10						
Розділ 2. Біофізика клітини												
Разом за розділом 2	30	10	10			10						
Розділ 3. Взаємодія фізичних полів з біосистемами												
Разом за розділом 3	29	10	9			10						

<i>Усього годин</i>	90	32	28			30					
---------------------	----	----	----	--	--	----	--	--	--	--	--

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Термодинаміка біологічних процесів	2
2	Фізико-хімічні параметри біологічних макромолекул	2
3	Біофізика біологічних макромолекул	4
4	Фізико-хімічні характеристики клітин і тканин	2
5	Мембранний транспорт.	4
6	Мембранний потенціал і збудливість клітин.	4
7	Біофізика м'язів і біомеханіка рухливості біологічних об'єктів	2
8	Біофізика фотобіологічних процесів	4
9	Радіаційна біофізика	4
	Разом	28

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Кінетика біологічних процесів.	2
2	Роль гідрофобних взаємодій в структурі білків у нормі та при патології. Білки теплового шоку та шаперони, їх роль у формуванні просторової структури білків й транспорті білків через мембрани. Наномеханіка біополімерів	2
3	Пониження розмірності дифузії в мембранних структурах. Мембрани й виникнення життя.	2
4	Моделі біологічних мембран. Моношари. Бішарові ліпідні мембрани (БЛМ). Ліпосоми. Застосування модельних біомембран в біології та медицині.	2
5	Фазові переходи ліпідів в мембранах. Вплив складу фосфоліпідів і холестерину на фазові переходи	2
6	«Незвичні мембрани». Моношари ліпопротеїдів. Мембрани архебактерій та складних вірусів. Мембрани рогового шару шкіри.	2
7	Ендоцитоз – Екзоцитоз	2
8	Синтетичні діоди для нанофлюїдики як аналог мембранних іонних каналів. Вольт-амперні характеристики каналів.	2
9	Біоелектричні потенціали. Кабельні властивості нервового волокна. Еквівалентна електрична схема нервового волокна. Отримання телеграфного рівняння з використанням еквівалентної електричної схеми волокна. Біологічна роль підпорогових потенціалів у функціонуванні нервових клітин.	2
10	Біофізика сенсорних систем	2
11	Біологічні рецептори vs. електронні датчики	2
12	Вплив електромагнітних полів на тканини людини.	2
13	Лікувально-профілактичне використання світла	2
14	Теплота та її лікувально – профілактичне застосування. Тепловізори, термографія.	2
15	Система одержання медико-біологічної інформації. Системи	2

	PACS, RIS, CIS, DICOM	
		Разом 30

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено робочим планом

7. Методи контролю

Контрольні заходи є необхідним елементом зворотного зв'язку у процесі навчання. Вони визначають відповідність рівня набутих студентами знань, умінь та навичок вимогам нормативних документів щодо вищої освіти і забезпечують своєчасне коригування навчального процесу.

При вивченні «Основ біофізики» використовуються такі види контролю: самоконтроль, поточний, підсумковий.

Самоконтроль здійснюється студентами при виконанні завдань для самостійної роботи, підготовки до практичних занять, підготовки конспекту самостійної роботи з кожного розділу курсу, підготовки коротких повідомлень для доповіді під час аудиторних занять. При цьому можливе використання підручників, методичних посібників з відповідних розділів курсу, іншої додаткової літератури та інформаційних джерел.

Поточний контроль проводиться викладачами на всіх видах аудиторних занять. Основне завдання поточного контролю – перевірка рівня підготовки студентів до виконання конкретної роботи. Основна мета поточного контролю – забезпечення зворотного зв'язку між викладачами та студентами у процесі навчання, забезпечення управління навчальною мотивацією студентів. Інформація, одержана при поточному контролі, використовується як викладачами - для коригування методів і засобів навчання, так і студентами – для планування самостійної роботи. Проводиться у формі експрес контролю за тестовими завданнями.

Підсумковий контроль забезпечує оцінку результатів навчання студентів після вивчення дисципліни і проводиться відповідно до навчального плану у вигляді семестрового екзамену в терміни, встановлені графіком навчального процесу та в обсязі навчального матеріалу, визначеному робочою програмою дисципліни. Форма проведення семестрового контролю – письмова, зміст і структура екзаменаційних білетів (контрольних завдань) та критерії оцінювання визначаються далі.

Загальні критерії оцінювання знань студентів

Оцінка – «задовільно», початковий рівень. Відповідь студента при відтворенні навчального матеріалу елементарна, зумовлюється початковими уявленнями про предмет вивчення. Студент відтворює основний навчальний матеріал, здатний виконувати завдання за зразком, володіє елементарними вміннями навчальної діяльності.

Оцінка – «добре», достатній рівень. Студент знає істотні ознаки понять, явищ, закономірностей, зв'язків між ними, а також самостійно застосовує знання в стандартних ситуаціях, володіє розумовими операціями, вміє робити висновки, виправляти допущені помилки. Відповідь повна, правильна, логічна, обґрунтована.

Оцінка – «відмінно», високий рівень. Студент здатний самостійно здійснювати основні види навчальної діяльності. Знання студента є глибокими, міцними, узагальненими; студент вміє застосовувати знання творчо, його навчальна діяльність позначена вмінням самостійно оцінювати різноманітні життєві ситуації, явища, факти, виявляти і відстоювати особисту позицію.

Курс побудовано на лекційних заняттях, що знайомлять студентів з теоретичним матеріалом, та з практичних занять, що складаються з трьох частин: 1) усне опитування по теоретичному матеріалу; 2) перевірка домашнього завдання; 3) розв'язання задач та кейсів за темою, що вивчається. Питання для теоретичного опитування, приклади розв'язання типових завдань, завдання для самостійної роботи студентів та роботи на практичних

заняттях наведені в методичному посібнику з даного курсу. На самостійну роботу виведено низку питань, що стосуються змісту дисципліни, але не входять до лекцій та практик.

Поточний контроль включає роботу на практичних заняттях і самостійну роботу (28 балів), виконання домашніх завдань (14 балів) та усне опитування по теоретичному матеріалу СРС (16 балів) виступ із коротким повідомленням з актуальних аспектів використання надбань біофізики у сучасній біомедичній інженерії (2 бали).

Підсумковий контроль - іспит (40 балів).

Складовими навчальних досягнень студентів є вміння відтворювати отриману інформацію, знаходити нову, оцінювати її та застосовувати в стандартних і не стандартних ситуаціях. Тому, при оцінюванні прогресу студентів в досягненні результатів навчання враховується: рівень володіння теоретичними знаннями; рівень вмінь використовувати теоретичні знання під час розв'язування задач; рівень володіння практичними вміннями та навичками, які виявляються під час виконання практичних робіт; оцінювання творчих робіт студентів (рефератів, експериментальних робіт, особливо пов'язаних з майбутньою професією).

На кожній лекції оцінюється рівень теоретичних знань студента від 0 до 1 бала, максимальна кількість балів – 16 за семестр. Відповідь з теорії може складатися: з викладу теоретичного матеріалу; формулювання правил, законів, закономірностей; із завдань на вибір правильної відповіді. При оцінюванні відповідей з теорії враховується:

- 1) обсяг відтвореної інформації та її співвідношення до обсягу повної інформації з даного питання;
- 2) обсяг додаткової інформації, здобутої студентом, та доцільність її використання;
- 3) частота допомоги викладача;
- 4) кількість помилок (помилки, недоліків, неточностей) у відповіді;
- 5) логічний зв'язок відтвореної інформації.

Оцінювання рівня вмінь використовувати знання при розв'язанні практичних задач

У процесі оцінювання задача розбивається на окремі логічні кроки та операції; кожному з яких залежно від їх складності та значущості дається певна кількість балів або їх частина. При оцінюванні вмінь та знань студента треба користуватися такими критеріями та характеристиками рівнів.

Середній рівень (оцінка-3) передбачає вміння розв'язувати задачі репродуктивного характеру, тобто за готовою логічною схемою знайти вірне рішення.

Достатній рівень (оцінка-4) передбачає розв'язування задач на 4-6 логічних кроків репродуктивного характеру, розв'язання яких потребує практичного застосування набутих знань з обґрунтуванням процесу міркувань без допомоги викладача.

Високий рівень (оцінка-5) передбачає розв'язання стандартних задач оригінальним способом або самостійне розв'язання нестандартних задач на 4 та більше кроків.

Оцінювання рівня володіння практичними вміннями та навичками

Оцінювання рівня володіння студентами практичними вміннями та навичками здійснюється під час підготовки до семінарських занять та при виконанні практичних (в тому числі і домашніх) завдань.

Частину практичних робіт викладач може використовувати для створення проблемних ситуацій, рольових ігор, мотивації діяльності студентів під час вивчення нового матеріалу або їх тренування.

Частина семінарських робіт може виконуватись після вивчення відповідного теоретичного матеріалу на етапі узагальнення знань та вмінь. У таких випадках робота обов'язково оцінюється. Під час перевірки і оцінки практичних робіт необхідно звернути увагу на такі показники: творчість; використання наукових термінів; повнота і правильність відповіді;

логічність побудови відповіді; повнота і глибина висновку до роботи; самостійність і охайність виконання роботи; застосування окремих джерел інформації, рівень володіння прийомами навчальної роботи.

Для оцінювання різних рівнів пізнавальної діяльності викладач може поставити додаткові вимоги до виконання робіт.

Оцінювання рівня творчих завдань

До творчих завдань належать: реферати, експериментальні роботи, , успішна участь в олімпіадах, конкурсах, тощо. Ця діяльність студента враховується та оцінюється при виставленні семестрових оцінок.

8. Схема нарахування балів

Приклад для підсумкового семестрового контролю при проведенні семестрового екзамену

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання													Екзамен (залікова робота)	Сума	
Розділ 1				Розділ 2				Розділ 3							Разом
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13			
4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	60	40	100

T1, T2 ... – теми розділів.

Розділ зараховується студентові, якщо він набирає не менш 50% можливих балів за тему. Студент допускається до іспиту, якщо всі розділи зараховані. Студент не допускається до іспиту, якщо набирає протягом семестру менше 30 балів. Таким студентам перед сесією надається можливість підвищити оцінку і отримати допуск до іспиту шляхом виправлення нульових оцінок з окремих видів робіт. Термін і порядок ліквідації заборгованостей визначається викладачем.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Низький рівень (оцінка - незадовільно). Студент не описує явища, не виявляє знання і розуміння основних положень теми.

Середній рівень (оцінка - задовільно). Студент описує явища, без пояснень наводить приклади, що ґрунтуються на власних спостереженнях, матеріалах підручника, розповідях викладача, виявляє знання і розуміння основних положень (законів, теорій) розв'язує прості задачі, які не складаються з підзадач.

Достатній рівень (оцінка - добре). Студент може застосовувати знання в стандартних ситуаціях, з допомогою викладача аналізує одержані результати під час

розв'язування задачі. Уміє пояснити явища, здійснювати аналіз, узагальнювати знання, систематизувати їх, робити висновки.

Високий рівень (оцінка - відмінно). Студент вільно володіє вивченим матеріалом, застосовує його на практиці в стандартних ситуаціях (виконання завдань, практичних робіт), наводить аргументи на підставі своїх думок. Студент самостійно оцінює різні явища, факти, виявляючи особисту позицію щодо них, знаходить джерела інформації та використовує одержані знання й уміння під час виконання практичних завдань.

9. Рекомендована література

Основна література

1. Волькенштейн М.В. Биофизика. – М.: Наука, 1988. – 591 с.
2. Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура І.С., Мірошніченко М.С., Шуба М.Ф. Біофізика: Підручник. – К.: Обереги, 2001. – 544 с.
3. Рубин А.Б. Биофизика, в 2 кн. – М.: Кн. Дом «Университет», 2000. – 467с.
4. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика: Учебник для вузов. – К.: Професіонал, 2004. – 704 с.

Допоміжна література

1. Губанов Н.И., Утепбергенов А.А. Медицинская биофизика. – М.: Медицина, 1978. – 335 с.
2. Кузьмінський Є.В., Голуб Н.Б. «Біофізика»/ К.: Комп'ютер прес, 2007.- 421с.
3. Посудін Ю.І. Біофізика рослин: Підручник/ Вінниця: Нова книга, 2004. – 256с.
4. Огурцов А.Н. Физика и биофизика : в 2-х ч. – Ч. 2 : Основы биофизики. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2016. – 560 с.
5. Огурцов А.Н. Введение в биофизику. Физические основы биотехнологии. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2008. – 320 с.
6. Огурцов А.Н. Механика и молекулярная физика и биофизика. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2015. – 272 с.
7. Огурцов А.Н., Близнюк О.Н. Биоэлектромагнетизм. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2015. – 256 с.
8. Зенгер В. Принципы структурной организации нуклеиновых кислот. – М.: Мир, 1987. – 584 с.
9. Албертс Б., Брей Б., Люис Дж. и др. Молекулярная биология клетки: В 3 т. – М.: Мир, 1994. – 503 с.
10. Кагава Я. Биомембраны. - М.: В.ш., 1985. – 353 с.
11. Кантор Ч., Шиммель П. Биофизическая химия: В 3 т. – М.: Мир, 1984-1985.
12. Котык А., Яначек К. Мембранный транспорт. – М.: Мир, 1980. – 431 с.
13. Крутецкая З.И., Лонский А.В. Биофизика мембран. – СПб.: Изд-во СПб ун-та, 1994.
14. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: В.ш., 1999. – 638 с.
15. Biophysics / Ed. by W.Horpe et al. – Berlin; Heidelberg; New York; Tokyo: Springer-Verlag, 1983. – 941 p.
16. Черенкевич С.Н., Мартинович Г.Г., Хмельницкий А.И. Биологические мембраны. Минск, БГУ, 2009.
17. Черенкевич С.Н., Хмельницкий А.И. Транспорт веществ через биологические мембраны. Минск, БГУ, 2007
18. Хмельницкий А.И., Василевская Н.В., Черенкевич С.Н. Структура и свойства ионных каналов биологических мембран, Минск, 2004, БГУ
19. Оглезнева Н.Я. Медицинская и биологическая биофизика, Омск, 1994
20. Пальцев М А., Иванов А А Межклеточные взаимодействия М Мед 1995 224с
21. Авдонин П В Ткачук В А Рецепторы и внутриклеточный кальций М Н 1994

22. Ичас М О природе живого: Механизмы и смысл. М Мир 1994
23. Amos L.A., Amos W.B. Molecules of cytoskeleton, New York, G.P.
24. Финкельштейн А.В., Птицин О.Б. Физика белка., 2002, М.: Книжный дом «Университет», 376 с.
25. Варфоломеев С.Д., Гуревич К.Г. Биокинетика. 1999, М.:ФАИР-ПРЕСС, 720 с.
26. Геннис Р. Биомембраны. Молекулярная структура и функция. М.:Мир, 1997
27. Николис Г., Пригожин И. Саммоорганизаци в неравновесных системах. М.:Мир, 1979
28. Рубин А.Б. Термодинамика биологических процессов. М.: Изд-во МГУ, 1984
29. Дзядевич С.В., Солдаткін О.П.. Наукові та технологічні засади створення мініатюрних електрохімічних біосенсорів. / За науковою редакцією акад. НАН України Г.В.Єльської, Київ: Наукова думка, 2006, 255 с.
30. Schiessel H. Biophysics for Beginners: A Journey through the Cell Nucleus, 2013, New York, Jenny Stanford Publishing, 420 p.
31. Fuxreiter M. Computational Approaches to Protein Dynamics: From Quantum to Coarse-Grained Methods. Boca Raton, CRC Press, 2014. 479 p.

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Малєєв В.Я., Попов А.Н. Методические указания к проведению лабораторных работ по биофизике. – Харьков: ХГУ, 1997. – 70 с.
2. Ромоданова Є.А., Попов А.Н., Берест В.П. Биофизика. Учебное пособие. – Харьков: ХНУ ім. В.Н.Каразіна, 2001. – 56 с.
3. US National Library of Medicine (a.k.a. PubMed) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
4. European Biophysical Society Associations <http://www.ebsa.org>
5. International Union for Pure and Applied Biophysics <http://iupab.org/>
6. MIT biophysics homepage http://biophysics.mit.edu/MIT_Biophysics/Homepage.html
7. Bioelectricity: The Mechanism of Origin of Extracellular Potentials <https://www.coursera.org/learn/extracellular-potentials>
8. Nanotechnology and Nanosensors, Part1 <https://www.coursera.org/learn/nanotechnology1>
9. Nanotechnology and Nanosensors, Part2 <https://www.coursera.org/learn/nanotechnology2>
10. Синапс, нейрони и мозг <https://www.coursera.org/learn/synapses>

Особливості навчання в умовах запровадження карантинних обмежень через пандемію Covid-19 або інших обмежень внаслідок дії обставин непереборної сили

В умовах дії карантинних обмежень або інших обмежень внаслідок дії обставин непереборної сили освітній процес в університеті здійснюється відповідно до наказів та розпоряджень керівництва університету.