

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра молекулярної і медичної біофізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”



Проректор з науково-педагогічної роботи

Олександр ГОЛОВКО

” \_\_\_\_\_ 2022 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

**Біофізика**

рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ перший / бакалаврський \_\_\_\_\_

галузь знань \_\_\_\_\_ 10 Природничі науки \_\_\_\_\_

спеціальність \_\_\_\_\_ 105 Прикладна фізика та наноматеріали \_\_\_\_\_

освітня програма \_\_\_\_\_ «Радіофізика, біофізика та комп'ютерні системи» \_\_\_\_\_

спеціалізація \_\_\_\_\_

вид дисципліни \_\_\_\_\_ за вибором \_\_\_\_\_

факультет \_\_\_\_\_ радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем \_\_\_\_\_

2022 / 2023 навчальний рік

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

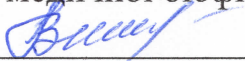
Протокол № 6 від 22 липня 2022 року.

**РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:**

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

Програму схвалено на засіданні кафедри молекулярної і медичної біофізики. Протокол від 19 липня 2022 року № 7.

Завідувач кафедри молекулярної і медичної біофізики

  
\_\_\_\_\_ Володимир БЕРЕСТ

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми «Радіофізика, біофізика та комп'ютерні системи».

Гарант освітньо-професійної програми «Радіофізика, біофізика та комп'ютерні системи»

  
\_\_\_\_\_ Олександр БУТРИМ

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

Протокол від 21 липня 2022 року № 6.

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

  
\_\_\_\_\_ Олександр БУТРИМ

## ВСТУП

Програму навчальної дисципліни «Біофізика» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого рівня вищої освіти (бакалавр)

спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали

освітньо-професійної програми «Радіофізика, біофізика та комп'ютерні системи»

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни «Біофізика» полягає в засвоєнні студентами базових уявлень сучасної біофізики, зокрема щодо просторової структури, фізичних властивостей та функціонування біологічних полімерів (білків, нуклеїнових кислот), біологічних мембран, клітин; природи стабільності та конформаційної динаміки біополімерів та біомембран; ознайомленні з процесами взаємодії білків та нуклеїнових кислот; вивчення взаємозв'язків структури і функції біологічних систем, молекулярних механізмів регуляції біологічних процесів.

Студенти набувають досвід практичної роботи в дослідницькій лабораторії виконуючи лабораторні роботи - набувають досвіду роботи в команді та самостійного розв'язання виробничих завдань; вчаться 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, міжмолекулярні взаємодії та методи їх 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 «Загальна біофізика»

Дати необхідний обсяг знань, навичок, компетенцій із сучасної біофізики з метою їх застосування при дослідженні властивостей біологічних молекул, клітин, організмів, популяцій.

1.3. Кількість кредитів – 7

1.4. Загальна кількість годин – 210

Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	-й
Семестр	
6-й	-й
Лекції	

64 год.	год.
Семінарські заняття	
16 год.	год.
Лабораторні заняття	
48 год.	год.
Самостійна робота	
82 год.	год.
Індивідуальні завдання	
30 год.	

## 1.6. Заплановані результати навчання

Дисципліна за вибором «Біофізика» формує низку загальних компетентностей згідно з ОПП:

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК-1)

Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК-2)

Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК-5)

Здатність проведення досліджень на відповідному рівні (ЗК-6)

Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. (ЗК-7)

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК-8)

Здатність працювати в команді (ЗК-9)

Здатність працювати автономно (ЗК-11)

Навики здійснення безпечної діяльності (ЗК-12);

та наступних фахових компетентностей:

Здатність брати участь у проведенні експериментальних досліджень властивостей фізичної системи, фізичних явищ і процесів (ФК-3)

Здатність брати участь у розробці схем фізичних експериментів та обранні необхідного обладнання та пристроїв для проведення експерименту (ФК-5)

Здатність брати участь у обробленні та оформленні результатів експерименту (ФК-6)

Здатність брати участь в роботі колективів виконавців, у тому числі у міждисциплінарних проектах (ФК-7)

Здатність до постійного поглиблення знань в галузі прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних систем (ФК-9)

Здатність розуміти і використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу станів та властивостей фізичних систем (ФК-10)

Здатність використовувати знання про фізичну природу об'єктів у роботах по створенню нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів і речовин, зокрема, наноматеріалів (ФК-12)

Здатність брати участь у роботах зі складання наукових звітів та у впровадженні результатів проведених досліджень та розробок (ФК-13)

Здатність брати участь у роботі над інноваційними проектами, використовуючи базові методи дослідницької діяльності (ФК-14)

Очікувані результати навчання відповідають таким програмним результатам навчання ОПП «Радіофізика, біофізика та комп'ютерні системи»:

1. Показувати знання в галузі сучасної прикладної фізики та математики. (ПРН-1)
2. Показувати знання в галузі професійної діяльності, технологій та методів дослідження властивостей речовин і матеріалів. (ПРН-2)
3. Знаходити науково-технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій. (ПРН-3)
4. Обговорювати та знаходити рішення проблем і завдань при виконанні науково-технічних проектів. (ПРН-5)
5. Інтерпретувати науково-технічну інформацію. (ПРН-6)
6. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, приладів і наукоємних технологій. (ПРН-7)
7. Розробляти фізичні основи створення нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів, речовини, технологій. (ПРН-8)
8. Вибирати методи та інструментальні засоби проведення досліджень. (ПРН-9)
9. Організовувати результативну роботу індивідуально і як член команди. (ПРН-11)
10. Класифікувати та аналізувати інформацію з різних джерел. (ПРН-12)
11. Розробляти та формулювати свої професійні висновки та розумно їх аргументувати для фахової та нефахової аудиторії. (ПРН-13)
12. Оцінювати важливість матеріалів для досягнення цілей наукового дослідження в галузі прикладної фізики. (ПРН-14)
13. Вміння представляти і захищати отримані наукові і практичні результати в усній та письмовій формі. (ПРН-15)

## **2. Тематичний план навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Загальні уявлення молекулярної біофізики**

**Тема 1. Вступ.** Місце біофізики у сучасному природознавстві. Задачі і методичні підходи біофізики. Основні розділи біофізики і перспективи її розвитку. Молекулярна біофізика. Об'єкти дослідження в молекулярній біофізиці.

**Тема 2. Вода і водні розчини.** Гідросфера і біосфера Землі. Стабілізація умов існування життя гідросферою. Фізичні особливості води. Структура води за сучасними уявленнями. Роль води у формуванні структури та функціонуванні біологічних об'єктів. Пам'ять води та гомеопатія. Властивості водних розчинів електролітів. Теорія іонної атмосфери Дебая – Хюккеля. Біологічна роль іонів.

**Тема 3. Фізичні властивості макромолекул.** Перший та другий закони термодинаміки. Природа внутрішньо- та міжмолекулярних взаємодій. Типи слабких взаємодій. Сили Ван дер Ваальса. Основні типи біомолекул. Особливості структури макромолекул – поворотні ізомери, конформації, визначення розмірів, ефект виключеного об'єму. Визначення гнучкості макромолекул, явище кооперативності при змінах конформацій макромолекул. Фрактальні уявлення.

## **Розділ 2. Структура та функції білків.**

**Тема 4. Структура білків.** Класифікація і фізико-хімічні властивості амінокислот. Первинна структура білка, структура пептидного зв'язку. Типи вторинної структури білка, третинна та четвертинна структура.

**Тема 5. Структурні перетворення в білках.** Конформаційні перетворення в білках. Проблема самозбирання білкової глобули. Застосування AI та ML для передбачення просторової будови білків. Шаперони. Денатурація. Перехід спіраль-клубок в поліпептидах. Термічний перехід глобула- «розплавлена» глобула. Фізичні дослідження конформаційної динаміки білків.

**Тема 6. Біологічна роль білків.** Різноманітність функцій білків. Структурні фібрилярні білки - колаген і кератин. Особливості структури мембранних білків. М'язові білки та білки цитоскелету. Приклади роботи «білкових машин». Протеоміка. Нанотехнології білкових чипів.

Фізичні аспекти ферментативного каталізу. Кінетика ферментативних реакцій. Рівняння Міхаеліса-Ментен. Фізико-хімічні механізми ферментативних реакцій. Біореактори та біокаталізатори в нанотехнологіях.

## **Розділ 3. Структура та функції нуклеїнових кислот**

**Тема 7. Структура нуклеїнових кислот.** Фізичні властивості мономерів нуклеїнових кислот. Структура ДНК і РНК. А-, В-, Z – форми ДНК. Фізичні методи дослідження структури нуклеїнових кислот.

**Тема 8. Конформаційні переходи в нуклеїнових кислотах.** Перехід спіраль-клубок в ДНК, залежність від АТ/ГЦ складу. Природа стабільності подвійної спіралі ДНК. Роль води та іонів. Фізичні механізми взаємодії нуклеїнових кислот з біологічно активними речовинами (барвники, антибіотики).

**Тема 9. Біологічна роль нуклеїнових кислот.** Комплекси нуклеїнових кислот з білками. Структура нуклеосом та рибосом. Генетичний код та методи його розшифровки. Процеси транскрипції, трансляції та реплікації. Геноміка. Біоінформатика.

## **Розділ 4. Біофізика клітини**

### **Тема 10. Біофізика мембран**

10.1. Мембранна ультраструктура клітини. Фізико-хімічні властивості ліпідів та білків мембран. Гідрофобні взаємодії в мембрані. Динамічна структура ліпідного бішару. Ліпідні кластери. Асиметрія біомембран. Ліпосоми – наноконтейнери. Поверхневий заряд мембран; походження електрокінетичного потенціалу. Явище поляризації в мембранах. Дипольний потенціал.

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

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

### **Тема 11. Нервова провідність**

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

11.2. Синаптична передача імпульсу. Біоніка, нейрокомп'ютерний інтерфейс, кіборги. Міжклітинні контакти й міжклітинний транспорт. Типи міжклітинних контактів. Транспорт речовин через міжклітинні сполучення. Конексини. Міжклітинний матрикс. Інтегрини, колаген, адгезивні білки, протеоглікани, гіалуронова кислота. Агрегація клітин крові. Ботокс. Біоніка, нейрокомп'ютерний інтерфейс, кіборги.

### **Тема 12. Біофізика скоротливих систем, механохімічні системи**

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

### **Тема 13. Вступ до біоенергетики**

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

## **Розділ 5. Взаємодія фізичних полів з біосистемами**

### **Тема 14. Вплив низьких температур на біооб'єкти. Кріобіофізика.**

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

### **Тема 15. Вплив акустичних полів на біосистеми.**

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

### **Тема 16. Вплив електромагнітних полів на біооб'єкти.**

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 та ТГц. Електромагнітна сумісність та безпека. Діагностичне та терапевтичне застосування електричних струмів та електричних й магнітних полів, tumor-treating fields. Вплив низько інтенсивних полів на живі організми: резонансні та нетеплові механізми.

### Тема 17. Фізика фотобіологічних процесів.

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

17.2. 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.

17.3. Оптична система ока тварин. Молекулярні механізми рецепції світла. Бактеріородопсин.

### Тема 18. Радіаційна біофізика.

Основні фізичні параметри іонізуючих випромінювань. Вплив іонізуючих випромінювань на різних рівнях біологічної організації. Пряма та непряма дія іонізуючої радіації. Радіоліз води. Принцип влучення та теорія мішені. Репарація радіаційних ушкоджень молекулами та клітинами. Зворотний ефект потужності дози. Проблема впливу малих доз радіації. Радіаційне забруднення навколишнього середовища. Проблеми радіаційної безпеки.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лек.	сем.	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Загальні уявлення молекулярної біофізики												
Тема 1. Вступ	6	2		2		2						
Тема 2. Вода й водні розчини.	10	2	2	2		4						
Тема 3. Фізичні властивості макромолекул.	15	6	1	4		4						
Разом за розділом 1	31	10	3	8		10						
Розділ 2. Структура та функції білків.												
Тема 4. Структура білків.	10	3	1	2		4						
Тема 5. Структурні перетворення в білках.	13	4	1	4		4						
Тема 6. Біологічна роль білків.	10	3	1			6						
Разом за розділом 2	33	10	3	6		14						



<b>Розділ 3. Структура та функції нуклеїнових кислот</b>												
Тема 7. Структура нуклеїнових кислот.	12	4		2		6						
Тема 8. Конформаційні переходи в НК.	16	4	2	6		4						
Тема 9. Біологічна роль нуклеїнових кислот.	9	4	1			4						
<b>Разом за розділом 3</b>	<b>37</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>8</b>		<b>14</b>						
<b>Розділ 4. Біофізика клітини</b>												
Тема 10. Біофізика мембран	15	4	1	4		6						
Тема 11. Нервова провідність	13	4	1	4		4						
Тема 12. Біофізика скоротливих систем, фізика м'язового скорочення	14	4	2	2		6						
Тема 13. Вступ до біоенергетики	12	4		4		4						
<b>Разом за розділом 4</b>	<b>54</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>14</b>		<b>20</b>						
<b>Розділ 5. Взаємодія фізичних полів з біосистемами</b>												
Тема 14. Вплив низьких температур на біооб'єкти. Кріобіофізика.	7	2	1			4						
Тема 15. Вплив акустичних полів на біосистеми.	8	4				4						
Тема 16. Вплив електромагнітних полів на біооб'єкти.	15	4	1	4		6						
Тема 17. Фізика фотобіологічних процесів.	15	4	1	4		6						
Тема 18. Радіаційна біофізика.	10	2		4		4						
<b>Разом за розділом 5</b>	<b>55</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>12</b>		<b>24</b>						

Усього годин	210	64	16	48		82						
--------------	-----	----	----	----	--	----	--	--	--	--	--	--

#### 4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Загальнобіофізичні маніпуляції з клітинами. I. Світлопольна мікроскопія, визначення розмірів та підрахунок кількості клітин.	2
2	Загальнобіофізичні маніпуляції з клітинами. II. Препаративне центрифугування. Виділення клітинних органел.	2
3	Вивчення фолдінгу білків за допомогою абсорбційної спектроскопії у видимій та УФ областях	4
4	Вивчення термічної денатурації біополімерів. Реєстрація гіперхромного ефекту в ДНК	4
5	Визначення термодинамічних параметрів зв'язування малих молекул із поверхнею клітини.	4
6	Вивчення молекулярних механізмів фотодинамічної терапії	4
7	Визначення проникності мембрани еритроцитів для іонів калію	4
8	Вивчення температурної залежності мембранного потенціалу	4
9	Визначення дзета-потенціалу дріжджових клітин, мікрофлюїдіка	4
10	Визначення розмірів клітин крові за допомогою дифракції лазерних променів	2
11	Популяційна динаміка клітин. Вивчення розподілу еритроцитів за стійкістю мембран до дії фізичних факторів методом кислотних еритрограм.	4
12	Реєстрація біопотенціалів. Метод електрокардіографії	2
13	Вплив електромагнітного поля УВЧ-діапазону на біологічні об'єкти	2
14	Дослідження впливу фізичних факторів на життєздатність мікроорганізмів за допомогою люмінесцентної мікроскопії	2
15	Дослідження впливу ультрафіолетового опромінення на механічні властивості нанорозмірних ліпідних моношарів	4
	Разом	48

#### Семінарські заняття

Відбуваються у вигляді дискусій, воркшопів, розбору виробничих ситуацій та дослідницьких кейсів. На початку семестру студентам надаються теми майбутніх

семінарів, кожен обирає тему, для якої буде виступати модератором семінару. Пропонуються до розгляду та наступного колективного налізу такі теми:

1. Загадки води.
2. Фрактали у живій природі.
3. Білки – молекулярні мотори живої клітини.
4. Біосинтез білка: чи існує ядерна трансляція.
5. Нейродегенеративні захворювання і проблеми згортання білків.
6. Мембранні ферменти.
7. Молекулярні основи ВІЛ.
8. Міжнародна програма «Геном людини».
9. Структура рибосом (Нобелівська премія 2009 р.).
10. Хромосоми, теломери і теломераза (Нобелівська премія 2009 р.).
11. Малі інтерферируючі РНК (Нобелівська премія 2006 р.).
12. Методи секвенування ДНК.
13. Полімеразна ланцюгова реакція (Нобелівська премія 1993 р.).
14. Теоретичні основи генної інженерії.
15. Використання стовбурових клітин в медицині.
16. Аналіз зв'язування лігандів з макромолекулами. Гетерогенність та кооперативність зв'язування.
17. Роль гідрофобних взаємодій у структурі білків у нормі та патології. Білки теплового шоку і шаперони, їх роль формуванні просторової структури білків і транспорті білків через мембрани.
18. Історія вивчення та сучасні уявлення про будову біологічних мембран. Функції мембран у клітині. Зниження розмірності дифузії у мембранних структурах. Мембрани та виникнення життя.
19. Моделі біологічних мембран. Моношари. Бішарові ліпідні мембрани. Ліпосоми. Нанодиски. Використання моделей біомембран у біології та медицині.
20. Динамічна структура мембран. Рухливість та конформація жирнокислотних ланцюгів у мембранах. Кінки. Фліп-флоп та обертальна дифузія фосфоліпідів. Латеральна дифузія фосфоліпідів та білків, її значення та регуляція в клітині.
21. Фазові переходи ліпідів у мембранах. Вплив складу фосфоліпідів та холестерину на фазові переходи.
22. Незвичайні мембрани. Моношари ліпопротеїдів. Мембрани архебактерій та складних вірусів. Мембрани рогового шару шкіри.

## **5. Завдання для самостійної роботи**

Для самостійної роботи студентів в ЦНБ ХНУ імені В.Н.Каразіна є навчально-методична література, у т.ч. для підготовки, оформлення та захисту лабораторних робіт. Працює електронний каталог за відповідними розділами навчальної дисципліни.

Постійними завданнями для самостійної роботи є:

- робота над лекційним матеріалом з конспектом та рекомендованою літературою;
- оформлення звітів із лабораторних робіт;

- опрацювання частини лекційного матеріалу, винесеного на самостійне вивчення, а саме:

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Роль води у формуванні структури та функціонуванні біологічних об'єктів.	2
2	Другий закон термодинаміки для живих систем.	4
3	Роль водневих зв'язків в утворенні вторинної структури білків	4
4	Сучасні уявлення про фолдинг білків	4
5	М'язові білки і проблема м'язового скорочення.	4
6	Неканонічні форми подвійної спіралі ДНК (триплекси, квадруплекси)	2
7	Методи реєстрації конформаційних перебудов НК	2
8	Секвенування ДНК при визначенні геному.	4
9	Кінетика біологічних процесів.	4
10	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	4
11	Пониження розмірності дифузії в мембранних структурах. Мембрани й виникнення життя.	4
12	Моделі біологічних мембран. Моношари. Бішарові ліпідні мембрани (БЛМ). Ліпосоми. Застосування модельних біомембран в біології та медицині.	4
13	Фазові переходи ліпідів в мембранах. Вплив складу фосфоліпідів і холестерину на фазові переходи	4
14	«Незвичні мембрани». Ліпідні диски. Мембрани на підкладці. Моношари ліпопротеїнів. Мембрани архебактерій та складних вірусів. Мембрани рогового шару шкіри.	4
15	Ендоцитоз – Екзоцитоз	4
16	Синтетичні діоди для нанофлюїдики як аналог мембранних іонних каналів. Вольт-амперні характеристики каналів.	4
17	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.	4
18	Біофізика сенсорних систем. Біологічні рецептори vs. біосенсори	4

19	Кріобіофізика – оптимізація протоколів довготривалого зберігання біоматеріалів	4
20	Теплота та її лікувально – профілактичне застосування. Тепловізори, термографія.	4
21	Лікувально-профілактичне використання світла	4
22	Вплив електромагнітних полів на тканини людини. Терапевтичні застосування електричних та магнітних полів. Медична біофізика.	4
	Разом	82

## **6. Індивідуальні завдання Розрахунково-графічна робота**

Студентські розрахунково-графічні роботи оцінюватимуться за такими критеріями:

- актуальність, новизна та практична значимість роботи
- дизайн дослідження, аналіз та інтерпретація результатів
- якість усної доповіді
- вміння студентів відповідати на запитання
- активність під час підсумкової науково-практичної конференції

Підготовка розрахунково-графічних робіт пропонується за такими темами:

1. Методи дослідження динамічної поведінки цитоскелету клітин
2. Використання алгоритмів ML для аналізу мікроскопічних відеофрагментів
3. Вплив двовалентних іонів на взаємодію граміцидину S з біологічними та модельними мембранами
4. Дослідження впливу ліпосомальних форм граміцидину S на морфо-функціональні властивості еритроцитів та епітеліальних клітин
5. Вплив інкапсульованого у наноносії граміцидину S на агрегацію тромбоцитів людини
6. Використання методу молекулярної динаміки для вивчення вбудовування протимікробних пептидів в ліпідний бішар
7. Структура та функції кільцевих АТФаз білків комплексу підтримки структури хромосом SMC (Structural maintenance of chromosome)
8. Вікова динаміка еритроцитів – зміни морфо-функціональних властивостей клітин в кровоносному руслі та під час зберігання
9. Антиагрегаційні та антипроліферативні властивості циклічних антимікробних пептидів
10. Структура та функції скрамблаз ссавців

За погодженням із викладачем дисципліни теми робіт можуть пропонувати роботодавці, стейкхолдери та особи, що навчаються.

Вимоги до розрахунково-графічної роботи.

Текст, оформлений відповідно до вимог

«Методичних рекомендацій з оформлення курсових і дипломних робіт для студентів спеціальностей 105 «Прикладна фізика та наноматеріали», 153 «Мікро- та наносистемна техніка»

повинен мати наступну структуру:

- вступ, що визначає обґрунтування вибору теми;
- аналіз проблемних ситуацій, що склалися або складаються в даній предметній області;
- опис використовуваних способів вирішення проблемних ситуацій за даними наукової літератури;
- висновки, що відображають особисту думку студента щодо ефективності використовуваних способів вирішення проблемних ситуацій для української науки і / або освіти;
- список використаних літературних джерел, оформлених відповідно до вимог бібліографічних стандартів;
- список використаних інформаційних ресурсів із зазначенням адреси сайту, індексу сторінки тощо.

Студенти готують також електронну презентацію для публічного представлення доповіді на підсумковій конференції.

## 7. Методи контролю

Контрольні роня рефератів за обраними темами, доповіді із короткими повідомленнями, захист лабораторних робіт, написання та публічний захист курсової роботи, підсумковий іспит.

Курс побудовано на лекційних заняттях, що знайомлять студентів з теоретичним матеріалом, та лабораторних занять, що складаються з трьох частин: 1) виконання лабораторної роботи; 2) підготовка письмового звіту; 3) захист результатів. Питання для теоретичного опитування, приклади розв'язання типових завдань, завдання для самостійної роботи студентів та роботи на лабораторних заняттях наведені в методичних посібниках з даного курсу. На самостійну роботу виведено низку питань, що стосуються змісту курсу, що вивчається, але не входять до лекцій та практик.

Поточний контроль включає роботу на лабораторних заняттях і самостійну роботу, виконання домашніх завдань, виступи на семінарах та розв'язання завдань контрольних робіт. Підсумковий контроль - іспит.

КР1 – 15 (2,5 балла за задачу)

КР2 – 15 (2,5 балла за задачу)

РГР – 30 баллов

## 11.Схема нарахування балів

### Приклад для підсумкового семестрового контролю при проведенні семестрового екзамену

Поточний контроль, самостійна робота, лаби,	Контрольні	Індивідуальне	Екзамен	Сума
---	------------	---------------	---------	------

семінари					роботи, передбачені навчальним планом	завдання		
Розділ 1	Розділ 2	Розділ 3	Розділ 2	Розділ 3				
3	3	3	3	3		РГР		
					15	30	40	100

Розділ зараховується студентові, якщо він набирає не менш 50% можливих балів за тему. Студент допускається до іспиту, якщо всі розділи зараховано. Студент не допускається до іспиту, якщо набирає протягом семестру менше 30 балів. Студенти з підсумковим рейтингом <30 вважаються такими, що не допущені до заліку з дисципліни. Їм перед сесією надається можливість підвищити оцінку і отримати допуск до заліку шляхом виправлення нульових оцінок з окремих видів занять і контрольних завдань. Термін і порядок ліквідації заборгованостей установлюється викладачами, котрі проводять відповідні заняття і контрольні заходи.

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за чотирьохбальною системою
90 – 100	відмінно
80-89	добре
70-79	
60-69	задовільно
50-59	
1-49	незадовільно

## 9. Рекомендована література

### Основна література

1. Костюк П.Г., Гродзинський Д.М., Зима В.П., Магура І.С., Сидорик Є.П., Шуба М.Ф. Біофізика. Вища школа, 2003.
2. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика: Учебник для вузов. – К.: Професіонал, 2004. – 704 с.
3. Сиволоб А.В. Фізика ДНК. – К. : Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет“, 2011, 352 с. (pdf) – [http://www.biol.univ.kiev.ua/public/pidruch/DNA\\_physics\\_sivolob.pdf](http://www.biol.univ.kiev.ua/public/pidruch/DNA_physics_sivolob.pdf)
4. Сиволоб А.В. Молекулярна біологія. – К. : Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет“, 2008, 384 с. – [http://www.biol.univ.kiev.ua/public/pidruch/MolBiol\\_sivolob.pdf](http://www.biol.univ.kiev.ua/public/pidruch/MolBiol_sivolob.pdf)

### Допоміжна

1. Tuszynski J.A. Molecular and Cellular Biophysics. 2008, New York, Chapman and Hall/CRC. 544 p.
2. Kolomeisky A.B. Motor Proteins and Molecular Motors, Boca Raton, Taylor & Francis CRC Press, 2015, 222 p.
3. Кузьмінський Є.В., Голуб Н.Б. «Біофізика»/ К.: Комп'ютер прес, 2007.- 421с.

4. Посудін Ю.І. Біофізика рослин: Підручник/ Вінниця: Нова книга, 2004. – 256с.
5. Огурцов А.Н. Физика и биофизика : в 2-х ч. – Ч. 2 : Основы биофизики. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2016. – 560 с.
6. Огурцов А.Н. Введение в биофизику. Физические основы биотехнологии. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2008. – 320 с.
7. Огурцов А.Н. Механика и молекулярная физика и биофизика. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2015. – 272 с.
8. Огурцов А.Н., Близнюк О.Н. Биоэлектромагнетизм. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2015. – 256 с.
9. Малеев В.Я., Попов А.Н. Методические указания к проведению лабораторных работ по биофизике. – Харьков: ХГУ, 1997. – 70 с.
10. Ромоданова Є.А., Попов А.Н., Берест В.П. Биофизика. Учебное пособие. – Харьков: ХНУ ім. В.Н.Каразіна, 2001. – 56 с.

### **15. Інформаційні ресурси**

1. US National Library of Medicine (a.k.a. PubMed)  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
2. European Biophysical Society Associations <http://www.ebsa.org>
3. International Union for Pure and Applied Biophysics <http://iupab.org/>
4. MIT biophysics homepage  
[http://biophysics.mit.edu/MIT\\_Biophysics/Homepage.html](http://biophysics.mit.edu/MIT_Biophysics/Homepage.html)
5. Bioelectricity: The Mechanism of Origin of Extracellular Potentials  
<https://www.coursera.org/learn/extracellular-potentials>
6. Синапс, нейрони та мозок <https://www.coursera.org/learn/synapses>