

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра медичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи

_____ Олексій НЕЧИПОРУК

« ____ » _____ 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізика живих систем і біофізика

для студентів

рівень вищої освіти

другий (магістерський)

галузь знань

10 Природничі науки

спеціальність

105 Прикладна фізика та наноматеріали

освітня програма

Прикладна фізика та наноматеріали

вид дисципліни

обов'язкова

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2022/2023

Семестр

2

Кількість кредитів ECTS

3

Мова викладання

українська

Форма заключного контролю

іспит

Викладачі:

Тамара ДАВИДОВСЬКА, доктор біолог. наук, професор кафедри молекулярної біотехнології та біоінформатики.

Анатолій ІВАНІСІК, доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри медичної радіофізики.

Пролонговано:

на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.
на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.

Розробники:

Тамара ДАВИДОВСЬКА, доктор біолог. наук, професор кафедри молекулярної біотехнології та біоінформатики.

Анатолій ІВАНІСІК, доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри медичної радіофізики.

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри медичної радіофізики

_____ Сергій РАДЧЕНКО

Протокол № __ від « __ » _____ 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № __ від « __ » _____ 2022 р.

Голова науково-методичної комісії

Сергій РАДЧЕНКО

« __ » _____ 2022 року.

ВСТУП

1. Мета навчальної дисципліни є надання студентам теоретичних знань та практичних вмінь, основних навичок в області науки про фізичні механізми і фізико-хімічні процеси, які лежать в основі життєдіяльності біологічних об'єктів та систем на різних рівнях їхньої організації – молекулярному, мембранному, клітинному, органному.

2. Попередні вимоги для вивчення навчальної дисципліни:

Курс є продовженням циклу курсів прикладної фізики. Для успішного засвоєння курсу необхідними є знання класичних розділів загальної фізики, вищої математики (математичний аналіз, диференціальні рівняння), основ біофізики та органічної хімії.

3. Анотація навчальної дисципліни: курс «Фізика живих систем і біофізика» включає в себе лекції – 16 годин та практичні заняття – 14 годин і охоплює такі основні питання з курсу біофізики:

- основи біофізики білків;
- термодинаміка нерівноважних станів біосистем;
- біофізика мембран, типи мембранного транспорту;
- експериментальні методи дослідження білків та мембран;
- сенсорні системи людини, принципи кодування інформації.

4. Завдання (навчальні цілі):

- Ознайомлення з основними поняттями та методами біофізики та їх застосуванням для вивчення живих систем.
- Розуміння фізичної природи живих систем, їх структури та функціонування на різних рівнях (молекулярному, клітинному, органів та організмів).
- Вивчення фізичних процесів, що відбуваються в живих системах, таких як транспорт речовин, протікання біохімічних реакцій, електрична та механічна активність та інші.
- Розвиток навичок аналізу та моделювання живих систем з точки зору фізики.
- Здатність використовувати фізичні методи та прилади для вивчення живих систем.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

Загальні компетентності:

- ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 6. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК 9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК 14. Навики здійснення безпечної діяльності.

Фахові компетентності:

- ФК 3. Здатність брати участь у проведенні експериментальних досліджень властивостей фізичної системи, фізичних явищ і процесів.
- ФК 4. Здатність брати участь у виготовленні зразків матеріалів та об'єктів дослідження.
- ФК 6. Здатність брати участь у обробленні та оформленні результатів експерименту.
- ФК 9. Здатність до постійного поглиблення знань в галузі прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій
- ФК 14. Здатність брати участь у роботі над інноваційними проектами, використовуючи базові методи дослідницької діяльності.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	студент повинен знати:	лекції	контрольні роботи, усне опитування	до 45
1.1	Сучасний стан та перспективи	==/=	==/=	

	розвитку біофізики. Основи біофізики білків.			
1.2	Структура та фізичні властивості мембран клітин Типи мембранного транспорту.	==/==	==/==	
1.3	Рівняння Нернста-Планка потоку речовин через мембрану. Рівняння Томаса для трансмембранного потенціалу з урахуванням активного транспорту.	==/==	==/==	
1.4	Рівняння Нернста. Рівняння Гольдмана-Ходжкіна-Катца для рівноважних трансмембранних потенціалів.	==/==	==/==	
1.5	Кабельне рівняння поширення нервового імпульсу вздовж аксонів. Швидкість поширення нервового імпульсу. Особливості мієлізованого волокна. Синаптична передача збуджень.	==/==	==/==	
1.6	Принципи кодування інформації у сенсорних системах та їх функціонування.	==/==	==/==	
2	студент повинен вміти:	практичні заняття	Контрольні та самостійні роботи	до 45
2.1	Застосовувати експериментальні методи досліджень білків, а зокрема, оптичні методи в біофізиці макромолекул	==/==	==/==	
2.2	Застосовувати експериментальні методи реєстрації та вимірювання іонних струмів плазматичної мембрани та поодиноких іонних каналів	==/==	==/==	
2.3	Розв'язувати задачі, які стосуються термодинаміки живих систем.	==/==	==/==	
3	комунікація:	практичні заняття	доповіді студентів, усне опитування	до 5
3.1	Здатність працювати в команді, грамотно дискутувати та аргументувати свою позицію.	==/==	==/==	
4	автономність та відповідальність:	Самостійна робота		до 5
4.1	Здатність до самостійної роботи з науковою літературою, в т.ч. іноземними мовами.	==/==	==/==	
4.2	Здатність самостійно планувати експериментальні дослідження та виконувати аналіз отриманих результатів.	==/==	==/==	

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання:

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни											
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3	3.1	4.1	4.2
ПРН 1. Глибокі знання в галузі сучасної прикладної фізики і фізики наноматеріалів	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
ПРН 4. Знання іноземної мови.	+	+	+	+	+	+					+	
ПРН 5. Знання етичних та соціально-економічних основ сучасного суспільства.												
ПРН 6. Знаходити і аналізувати науково-технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій											+	+
ПРН 9. Встановлювати та аргументувати нові залежності між параметрами та характеристиками фізичних систем							+	+	+	+	+	+

7.1. Форми оцінювання:

Семестрове оцінювання навчальна дисципліна має два змістовні модулі – теоретичний та практичний, кожний з яких оцінюється в межах 30 балів (загалом 60 балів).

Підсумкове оцінювання проводиться у формі іспиту. Форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет з 2 питань та тест на 30 запитань (загалом 40 балів). Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, при цьому оцінка за результатами навчання 2 [вміння] і 4 [автономність та відповідальність] не може бути меншою ніж 50% від максимального рівня (10 і 5 балів відповідно), оцінка за іспит не може бути меншою 20 балів.

Умови допуску до підсумкового іспиту: умовою допуску до іспиту є отримання студентом протягом другого семестру не менше, ніж 36 бал. Студенти, які набрали сумарно меншу кількість балів, для одержання допуску до іспиту повинні написати на необхідну мінімальну кількість балів додаткову контрольну роботу.

7.2. Організація оцінювання

Оцінювання за формами контролю:

Семестрова робота	Кількість балів	
	Min — 36	Max — 60
Активність на практичних заняттях	3	5
Виконання домашніх завдань	3	5
Модульна контрольна робота 1	15	25
Модульна контрольна робота 2	15	25

Орієнтований графік оцінювання:

Форма оцінювання	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Модульна контрольна робота 1	квітень
Модульна контрольна робота 2	травень
Добір балів/додаткова контрольна робота	травень-червень
Іспит	червень

Розрахунок балів, які отримують при успішній здачі іспиту:

Значення	Змістовні модулі	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	36	24	60
Максимум	60	40	100

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Відмінно / Excellent	90-100%
Добре / Good	75-89%
Задовільно / Satisfactory	60-74%
Незадовільно / Fail	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять.

№ теми	Назва лекції (практичного заняття)	Кількість годин		
		Лекції	Практичні	Сам. робота
Змістовий модуль №1. Лекції з фізики живих систем і біофізики.				
1.	Лекція 1. Клітина – відкрита нерівноважна термодинамічна система та елементарна структурно-функціональна одиниця живого. Еукаріотичні та прокаріотичні клітини. Будова, функції. Типи клітин. Збудливі клітини.	2		4
2.	Лекція 2 Склад мембран клітин. Фізичні параметри. Характеристика мембранних ліпідів. Біліпідний шар мембрани клітини. Структурно-функціональна асиметрія мембран. Транспорт речовин та іонів через мембрану клітини. Іонні канали. Будова, функції. Ейзенманівські ряди селективності.	2		4
3.	Лекція 3 Різноманіття білків та їх функції. Фізичні показники макромолекул білків та експериментальні методи їх вимірювання. Сучасні високотехнологічні вимірювальні системи. Амінокислотний склад білків. Фізичні властивості. Нанопорові технології визначення їх послідовностей в поліпептидних ланцюгах. Пептидні зв'язки та їх мезомерія. Рівні структурної організації білків. Сили, що їх стабілізують.	2		4
4.	Лекція 4 Хімічні компоненти мембран клітин. Гідрофобні та гідрофільні взаємодії. Активний та пасивний транспорт через мембрани. Аналіз експериментальних даних концентрація іонів на різних сторонах мембрани. Трансмембранний потенціал дії та спокою клітин.	2		4
5.	Лекція 5. Рівняння Нернста-Планка потоку речовин через мембрану клітин з використанням співвідношення Ейнштейна (без урахування активного транспорту). Рівняння Томаса для трансмембранного потенціалу з урахуванням активного транспорту.	2		4

6	Лекція 6. Рівняння Нернста - наближення для двох рівноважних трансмембранних потенціалів (натрій, калій). Рівняння Гольдмана-Ходжкіна-Катца (наближення постійного поля) для рівноважних трансмембранних потенціалів за відсутності активного транспорту.	2		4
7	Лекція 7. Кабельне рівняння поширення нервового імпульсу вздовж немієлінізованого аксона нейронів. Швидкість поширення нервового імпульсу вздовж немієлінізованого аксона нейронів. Особливості мієлінізованого (ізольованого) волокна (сальтаторний режим).	2		4
8	Лекція 8. Сенсорні системи людини. Принципи кодування інформації. Зорова система та інші.	2		4
ВСЬОГО		16		32
Змістовий модуль №2. Практичні заняття з біофізики.				
9	Семинар 1. Термодинаміка нерівноважних станів. Рішення задач.		2	4
10	Семинар 2. Біофізика білків. Експериментальні методи досліджень структури та функції макромолекул білків. Метод швидкості седиментації у полі сили тяжіння. Метод седиментаційної рівноваги для визначення молекулярної маси великих макромолекул. Електрофорез (класичний та 2D-) макромолекул. Метод аналітичного центрифугування.		2	4
11	Семинар 3 Біофізика білків. Експериментальні методи досліджень структури та функції макромолекул білків. Метод визначення в'язкості розчинів біомакромолекул. Метод поступальної дифузії та спектрофотометрична реєстрація. Метод обертальної дифузії - визначення форми витягнутих та асиметричних макромолекул. Метод релеївського розсіювання світла макромолекулами білків. Метод квазіпружного розсіювання світла макромолекулами білків.		2	4
12	Семинар 4. Біофізика білків. Експериментальні методи досліджень структури та функції макромолекул білків. Метод рентгеноструктурного аналізу. Метод малокутового рентгенівського розсіювання з застосуванням пристрою "Nano-Viewer" для дослідження молекулярного та атомного рівнів організації макромолекул білків. Метод електронного парамагнітного резонанса та спінових міток.		2	4

13	Семінар 5. Біофізика білків. Експериментальні методи визначення фізико-хімічних параметрів макромолекул білків та їх структурної організації. Оптичні методи в біофізиці макромолекул. Мас-спектрометрія білків. Метод білкових мікрочіпів для вимірювання вмісту великої кількості білків в клітині. Метод циркулярного дихроїзму визначення вмісту в макромолекулах білку α – спіралі, β – структури та клубка. Метод дисперсії оптичного обертання для дослідження вторинної структури білків.		2	4
14	Семінар 6. Біофізика білків. Оптичні методи в біофізиці макромолекул. Диференційна спектрофотометрія для визначення конформаційного стану білкової глобули. Флуоресцентна спектроскопія білків для дослідження їх конформаційних станів. Двохвильовий флуоресцентний метод дослідження кінетики конформаційних змін ферментів при взаємодії з субстратом. Флуоресцентні мітки, флуоресцентні зонди та їх застосування в спектрофлуориметрії білків для дослідження їх конформації.		2	4
15	Семінар 7. Електробіофізика. Експериментальні методи реєстрації та вимірювання мембранного потенціалу спокою, електротонічних потенціалів, потенціалів дії мембран збудливих клітин.		2	4
ВСЬОГО				28
ВСЬОГО ЗА СЕМЕСТР		16	14	60

Загальний обсяг **90** год., в тому числі:
 Лекції **16** год.
 Практичні **14** год.
 Самостійна робота **60** год.

9. Рекомендована література

1. Біофізика: підручник / П. Г. Костюк, В. Л. Зима, І. С. Магура та ін.; за ред. П. Г. Костюка. - Київ: Обереги, 2001. - 544 с.
2. Реєстрація, обробка та контроль біомедичних сигналів: навч. посіб. / В. Г. Абакумов, З. Ю. Готра, С. М. Злепко та ін. - Вінниця: ВНТУ, 2011. - 352 с.
3. Фізика біосистем у формулах, термінах, схемах: навч. посіб. / Т. Л. Давидовська, О. В. Цимбалюк, І. С. Войтешенко та ін.; за ред. Д. М. Говоруна, Н. Є. Нурищенко. - Київ: КОМПРИНТ, 2017. - 226 с.
4. Федішин Я. І. Фізика з основами біофізики: навч. посіб / Я. І. Федішин - Львів: Світ, 2000. - 458 с.
5. Jackson M. B. Molecular and cellular biophysics / M. B. Jackson. -Cambridge: Cambridge University Press, 2006. - 528 pp.