

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

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
освітній рівень	другий (магістр)
освітня програма	Радіофізика та електроніка
вид дисципліни	обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	1
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладачі:

Тамара Леонідівна Давидовська, доктор біологічних. наук, професор кафедри молекулярної біотехнології та біоінформатики

Анатолій Іванович 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 Леонідівна Давидовська, доктор біологічних наук, професор
Анатолій Іванович Іванісік, доктор фіз.-мат. наук, професор

«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 р.

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: «Молекулярна фізика», «Електрика та магнетизм», «Оптика», «Атомна фізика», та вищої математики: «Математичний аналіз», «Диференційні рівняння та теорія ймовірностей».

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 забезпечення набуття компетентностей:

ЗК-1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ЗК-5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК-6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК-7 Здатність працювати в команді

ЗК-8 Навички міжособистісної взаємодії

ЗК-10 Навики здійснення безпечної діяльності

ФК-2 Здатність оптимально визначити матеріальні засоби, необхідні для виконання інженерних робіт або проведення науково-технічних розробок (матеріали, апаратура, обладнання, обчислювальна техніка та інше)

ФК-4 Здатність відповідно до поставленої задачі виконувати науково-технічні розробки в галузі прикладної фізики та наноматеріалів.

ФК-5 Здатність самостійно опановувати нову апаратуру та технології, в тому числі із суміжних галузей, для розв'язання виробничих задач.

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.	=//=	=//=	До 9
1.2	Структура та фізичні властивості мембран клітин Типи мембранного транспорту.	=//=	=//=	До 10
1.3	Рівняння Нернста-Планка потоку речовин через мембрану. Рівняння Томаса для трансмембранного потенціалу з урахуванням активного транспорту.	=//=	=//=	До 8
1.4	Кабельне рівняння поширення нервового імпульсу вздовж аксонів. Швидкість поширення нервового імпульсу.	=//=	=//=	До 8
1.5	Принципи кодування інформації у сенсорних системах та їх функціонування.	=//=	=//=	До 10
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	=//=	=//=	До 15
2.2	Застосовувати експериментальні методи реєстрації та вимірювання іонних струмів плазматичної мембрани та поодиноких іонних каналів	=//=	=//=	До 15
2.3	Розв'язувати задачі, які стосуються термодинаміки живих систем.	=//=	=//=	До 15
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.	=//=	=//=	

Результати навчання дисципліни											
Програмні результати навчання (назва)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	3.1	4.1	4.2
ПРН 1. Використовувати знання в галузі прикладної фізики, математики, електроніки та інформаційних технологій для виконання наукових досліджень, інженерно-технічних робіт на виробничих, науково-технічних, конструкторських, сервісних ділянках тощо..	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+
ПРН 2. Знаходити та аналізувати наукову та науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики та наноматеріалів із вітчизняних та зарубіжних джерел, в тому числі з використанням сучасних пошукових систем	+	+	+	+	+	+	+	+		+	
ПРН-3 Обговорювати та знаходити прогресивні та інноваційні рішення проблем і завдань при виконанні науково-технічних та виробничих проектів						+	+	+	+		+
ПРН-4 Встановлювати та аргументувати нові залежності між параметрами та характеристиками фізичних систем						+	+	+			+
ПРН-6 Коректно формулювати висновки у вигляді умов, критеріїв, числових оцінок, перевіряти, апробувати та представляти їх у аудиторії різного фахового рівня, використовуючи сучасні методики наукової та технічної комунікації українською та іноземними мовами						+	+	+		+	+

Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів: рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових контрольних робіт. Внесок результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні:

- результати навчання 1.1 – 1.5 [знання] – до 45 %;
- результат навчання 2.1 – 2.3 [вміння] – до 45%;
- результат навчання 3.1 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1-4.2 [автономність та відповідальність] – до 5%;

Форми оцінювання студентів:

семестрове оцінювання: контроль здійснюється за таким принципом.

1. Теоретична контрольна робота з тем 1-7 (письмово): РН 1.1-5, РН 3.1, РН 4.1 – 30 балів.
2. Практична контрольна робота з тем 8-14 (письмово): РН 2.1-3, РН 4.1-2 – 30 балів.

Підсумкове оцінювання проводиться у формі заліку. Форма заліку – 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	жовтень
Модульна контрольна робота 2	кінець листопада
Добір балів/додаткова контрольна робота	грудень
Залік	грудень

Розрахунок балів, які отримують при успішній здачі іспиту:

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

1.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Зараховано / Accepted	90-100%
	75-89%
	60-74%
Не зараховано / Not Accepted	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 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. 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.	3	-	6
6	Лекція 6. Кабельне рівняння поширення нервового імпульсу вздовж немієлінізованого аксона нейронів. Швидкість поширення нервового імпульсу вздовж немієлінізованого аксона нейронів. Особливості мієлінізованого (ізолюваного) волокна (сальтаторний режим).	3	-	6
7	Лекція 7. Сенсорні системи людини. Принципи кодування інформації. Зорова система та інші.	2	--	4
ВСЬОГО		16	-	32

Змістовий модуль №2 Практичні заняття з біофізики.

8	Семінар 1. Термодинаміка нерівноважних станів. Розв'язок задач.	-	2	4
9	Семінар 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.	-	2	4
10	Семінар 3 Біофізика білків. Експериментальні методи досліджень структури та функції макромолекул білків. Метод визначення в'язкості розчинів біомакромолекул. Метод поступальної дифузії та спектрофотометрична реєстрація. Метод квазіпружного розсіювання світла макромолекулами білків.	-	2	4
11	Семінар 4. Біофізика білків. Експериментальні методи досліджень структури та функції макромолекул білків. Метод рентгеноструктурного аналізу. Метод електронного парамагнітного резонанса та спінових міток.	-	2	4
12	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.	-	2	4
13	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. Флуоресцентні мітки, флуоресцентні зонди та їх застосування в спектрофлуориметрії білків для дослідження їх конформації.	-	2	4
14	Семінар 7. Електробіофізика. Експериментальні методи реєстрації та вимірювання мембранного потенціалу спокою, електротонічних потенціалів, потенціалів дії мембран збудливих клітин.	-	2	4
	ВСЬОГО	-	14	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. Рекомендовані літературні джерела:

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.