

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем
Кафедра медичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан _____ Андрій НЕТРЕБА

« ____ » _____ 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізика живих систем і біофізика

для студентів

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
рівень вищої освіти	другий
освітня програма	Біомедична фізика, інженерія та інформатика
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2023/2024
Семестр	2
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі:

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

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 « __ » _____ 2023 р.

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

Протокол № __ від « __ » _____ 2023 р.

Голова науково-методичної комісії _____ Сергій РАДЧЕНКО

« __ » _____ 2023 р.

ВСТУП

1. Мета навчальної дисципліни: надання студентам теоретичних знань та практичних вмінь, основних навичок в області науки про фізичні механізми і фізикохімічні 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 -14 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:

ЗК 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ФК 1. Здатність брати участь у складанні запитів на виконання наукових та науково-технічних проектів, в тому числі і міжнародних;

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

ФК 15. Здатність відслідковувати та аналізувати перспективність напрямів розвитку медичної фізики, здобувати додаткові компетентності для підвищення власної конкурентоздатності на ринку праці в галузі біомедичних наукових досліджень і в галузі сучасних прикладних задач медичної фізики;

ПРН 1. Знання на професійному рівні галузі сучасної прикладної фізики і фізики наноматеріалів;

ПРН 2. Розуміння основ та принципів технологій, теоретичних та експериментальних методів дослідження властивостей речовин і матеріалів;

ПРН 6. Знаходити і аналізувати науково-технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій;

ПРН 8. Знаходити прогресивні та інноваційні рішення проблем при виконанні завдань науково-технічних проектів;

ПРН 10. Оцінювати важливість матеріалів для досягнення цілей наукового дослідження в галузі прикладної фізики;

ПРН 16. Обирати моделі та методи моделювання явища та процесів в динамічних системах, зокрема в біомедичних об'єктах, аналізувати отримані результати, робити висновки та застосовувати їх як для досягнення цілей дослідження біологічних об'єктів, так і для задач створення новітніх приладів (ефективної безпечної експлуатації існуючих приладів) медичної діагностики та терапії.

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 граничний критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	студент повинен знати:	Лекція, самостійна робота	Контрольні роботи, усне опитування	До 45
1.1	Сучасний стан та перспективи розвитку біофізики. Основи біофізики білків.	Лекція, самостійна робота	Контрольні роботи, усне опитування	9
1.2	Структура та фізичні властивості мембран клітин, типи мембранного транспорту.	Лекція, самостійна робота	Контрольні роботи, усне опитування	10
1.3	Рівняння Нернста-Планка потоку речовин через мембрану. Рівняння Томаса для трансмембранного потенціалу з урахуванням активного транспорту.	Лекція, самостійна робота	Контрольні роботи, усне опитування	8
1.4	Кабельне рівняння поширення нервового імпульсу вздовж аксонів. Швидкість поширення нервового імпульсу.	Лекція, самостійна робота	Контрольні роботи, усне опитування	8
1.5	Принципи кодування інформації у сенсорних системах та їх функціонування.	Лекція, самостійна робота	Контрольні роботи, усне опитування	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	Практичні заняття	Контрольні та самостійні роботи	15
2.2	Застосовувати експериментальні методи реєстрації та вимірювання іонних струмів плазматичної мембрани та поодиноких іонних каналів			15
2.3	Розв'язувати задачі, які стосуються термодинаміки живих систем.			15
3	комунікація	Практичні заняття	Доповіді студентів, усне опитування	до 5
3.1	Здатність працювати в команді, грамотно дискутувати та аргументувати свою позицію	Практичні заняття	Доповіді студентів, усне опитування	5
4	автономність та відповідальність	Самостійна робота		До 5
4.1	Здатність до самостійної роботи з науковою літературою, в т.ч. іноземними мовами.	Самостійна робота		3
4.2	Здатність самостійно планувати експериментальні дослідження та виконувати аналіз отриманих результатів.	Самостійна робота		2

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	Код											
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	3.1	4.1	4.2	
Програмні результати навчання (назва)												
ПРН 1. Знання на професійному рівні галузі сучасної прикладної фізики і фізики наноматеріалів;	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	
ПРН 2. Розуміння основ та принципів технологій, теоретичних та експериментальних методів дослідження властивостей речовин і матеріалів;	+	+	+	+	+	+	+	+				
ПРН 6. Знаходити і аналізувати науково-технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій;										+	+	
ПРН 8. Знаходити прогресивні та інноваційні рішення проблем при виконанні завдань науково-технічних проєктів;								+	+	+	+	
ПРН 10. Оцінювати важливість матеріалів для досягнення цілей наукового дослідження в галузі прикладної фізики;										+	+	
ПРН 16. Обирати моделі та методи моделювання явища та процесів в динамічних системах, зокрема в біомедичних об'єктах, аналізувати отримані результати, робити висновки та застосовувати їх як для досягнення цілей дослідження біологічних об'єктів, так і для задач створення новітніх приладів (ефективної безпечної експлуатації існуючих приладів) медичної діагностики та терапії.	+	+	+	+	+	+	+	+				

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання

Рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами виконання індивідуальних завдань. 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 – 2.4 [вміння] – до 45%;
- результат навчання 3.1-3.2 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 5%;

Форми оцінювання:

- **семестрове оцінювання:** Навчальний семестр два змістовних модулі з індивідуальним завданнями з максимальними оцінками 30 балів. Максимум 60 балів. Оцінюються результати самостійної роботи з виконання індивідуальних завдань з опрацюванням наданої літератури у тому числі англійською мовою.
- **підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту - письмова з практичними завданнями. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Оцінюється виконання завдань, знання термінів у тому числі англійською мовою, розуміння принципів побудови технологій. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів.
- **умови допуску до іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання студентом сумарно не менше, ніж *критично-розрахунковий мінімум* за семестр. Студенти, які протягом семестру сумарно набрали меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум **40 балів**, для одержання допуску до заліку обов'язково повинні виконати необхідну кількість додаткових індивідуальних завдань.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті”

7.2. Організація оцінювання;

Оцінювання за формами контролю:

Семестрова робота	Кількість балів	
	Min.	Max.
Модульний контроль 1	17	30
Модульна контроль 2	18	30

Орієнтований графік оцінювання:

Форма оцінювання	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Модульний контроль 1	квітень
Модульна контроль 2	травень
Добір балів/додаткові завдання	травень-червень
Іспит	червень

Розрахунок балів, які отримують при успішній здачі іспиту:

Значення	Змістовні модулі	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	40	20	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

№ з/п	Назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Практичні	Самостійна робота
1	1. Клітина – відкрита нерівноважна термодинамічна система та елементарна структурно-функціональна одиниця живого. 2. Еукаріотичні та прокаріотичні клітини. Будова, функції. 3. Типи клітин. Збудливі клітини. Ознаки.	2	2	10
2	1. Склад мембран клітин. Фізичні параметри. Характеристика мембранних ліпідів. Порядок організації. Динаміка. 2. Біліпідний шар мембрани клітини - середовище формування просторової структури макромолекул білків з властивостями іонних каналів, рецепторів та керування їх функціями ліпідами. 3. Структурно-функціональна асиметрія мембран. 5. Ліпідні плоти (рафти), кавеоли, кінки. 6. Транспорт речовин та іонів через мембрану клітини. Іонні канали. Будова, функції. Ейзенманівські ряди селективності.	2	2	10
3	1. Різноманіття білків та їх функції. 2. Фізичні показники макромолекул білків та експериментальні методи їх вимірювання. Сучасні високотехнологічні вимірювальні системи. 3. Амінокислотний склад білків. Фізичні властивості. Нанопорові технології визначення їх послідовностей в поліпептидних ланцюгах. 4. Пептидні зв'язки та їх мезомерія. 5. Рівні структурної організації білків. Сили, що їх стабілізують.	2	2	10
4	1. Хімічні компоненти мембран клітин. Гідрофобні та гідрофільні взаємодії. 2. Активний та пасивний транспорт через мембрани. 3. Аналіз експериментальних даних концентрація іонів на різних сторонах мембрани. 4. Трансмембранний потенціал дії та спокою клітин.	2	2	8
5	1. Рівняння Нернста-Планка потоку речовин через мембрану клітин з використанням співвідношення Ейнштейна (без урахування активного транспорту). 2. Рівняння Томаса для трансмембранного потенціалу з урахуванням активного транспорту.	1	2	5
6	1. Рівняння Нернста - наближення для двох рівноважних трансмембранних потенціалів (натрій, калій). 2. Рівняння Гольдмана-Ходжкіна-Катца (наближення постійного поля) для рівноважних трансмембранних потенціалів за відсутності активного транспорту.	1	1	5
7	1. Кабельне рівняння поширення нервового імпульсу вздовж немієлінізованого аксона нейронів.	1	1	3
8	1. Швидкість поширення нервового імпульсу вздовж немієлінізованого аксона нейронів. Особливості	1	1	3

	мієлінізованого (ізольованого) волокна (сальтаторний режим).			
9	1. Сенсорні системи людини.	1	1	3
10	1. Принципи кодування інформації. 2. Зорова система та інші.	1	-	4
Всього		14	14	61

Загальний обсяг **120** год., в тому числі:
 Лекції **14** год.
 Практичних **14** год.
 Самостійна робота **61** год.
 Консультація **1** год.

9. Рекомендована та необхідна 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, 3. 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.

10. Теми для самостійного опрацювання з англomовних джерел

1. Фактори впливу на концентрацію іонів на різних сторонах мембрани клітин (Factors affecting the concentration of ions on different sides of the cell membrane).
2. Динаміка трансмембранного потенціалу дії та спокою клітин (Dynamics of the transmembrane potential of action and rest of cells).

11. Словник термінів та їх поєднання англійською мовою до тем для самостійного опрацювання з англomовних джерел (Фахові терміни)

Англійською	Українською
Cell	Клітина (біофізика)
Membrane	Мембрана, оболонка (біофізика)
Lipides	Жироподібні сполуки (біофізика)
Protein	Білок (біофізика)
Carbohydrate	Вуглевод (біофізика)
Composition of cell membranes	Склад клітинних мембран (біофізика)
Characteristics of membrane lipides	Характеристики мембранних жирів (біофізика)
Transport of substances through the cell membrane	Транспорт речовин через клітинну мембрану(біофізика)
Ion channels	Іонні канали (біофізика)
Transmembrane potential	Трансмембранний потенціал