

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра молекулярної і медичної біофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету радіофізики,  
біомедичної електроніки та  
комп'ютерних систем



Сергій ШУЛЬГА

«14» червня 2024 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

ФІЗИЧНІ МЕТОДИ В МЕДИЧНІЙ ДІАГНОСТИЦІ

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 10 Природничі науки  
(шифр і назва)

спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали  
(шифр і назва)

освітня програма "Радіофізика, біофізика та комп'ютерні системи"  
(шифр і назва)

спеціалізація \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

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

факультет радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

2024 / 2025 навчальний рік

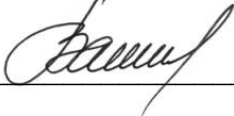
Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем.  
24 червня 2024 року, протокол №6.

**РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:**

Січевська Лариса Вікторівна, кандидат біологічних наук, доцент кафедри молекулярної і медичної біофізики.


Програму схвалено на засіданні кафедри молекулярної і медичної біофізики.  
Протокол від 24 червня 2024 року, протокол №6.

Завідувач кафедри молекулярної і медичної біофізики

  
\_\_\_\_\_ Володимир БЕРЕСТ

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

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

  
\_\_\_\_\_ Олександр БУТРИМ

Програму погоджено методичною комісією факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем.  
Протокол від 24 червня 2024 року, протокол №6.

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

  
\_\_\_\_\_ Олександр БУТРИМ

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Фізичні методи в медичній діагностиці» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки бакалаврів спеціальності 105 - прикладна фізика та наноматеріали

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. **Метою викладання навчальної дисципліни** є ознайомлення студентів із основними фізичними методами, які широко застосовуються в медичній діагностиці та вивчення їх фізичних та математичних основ.

1.2. **Основними завданнями вивчення дисципліни** є вивчення фізичних процесів, які лежать в основі отримання зображень в рентгенівській, магнітно-резонансній, емісійній томографіях, ознайомлення із принципами роботи томографів та математичними методами відновлення зображення по проекціям.

1.3. Кількість кредитів 3

1.4. Загальна кількість годин 90

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов'язкова / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	-й
Семестр	
7-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
16 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
42 год.	год.
Індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «ФІЗИЧНІ МЕТОДИ В МЕДИЧНІЙ ДІАГНОСТИЦІ» здобувачі вищої освіти повинні досягти таких результатів навчання.

### **Програмні результати навчання**

1. Показувати знання в галузі професійної діяльності, технологій та методів дослідження властивостей речовин і матеріалів. (ПРН-2)
2. Знаходити науково-технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій. (ПРН-3)
3. Використовувати сучасні методи і технології наукової комунікації українською та іноземними мовами. (ПРН-10)
4. Класифікувати та аналізувати інформацію з різних джерел. (ПРН-12)
5. Вміння представляти і захищати отримані наукові і практичні результати в усній та письмовій формі. (ПРН-15)

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

#### **знати:**

- основні поняття, фізичні принципи, які покладені в основу сучасних методів медичної діагностики;
- види томографії та можливості її застосування у медицині, фізичні та математичні принципи отримання томографічних зображень;

#### **вміти:**

- засвоювати новітні методи медичної томографії,
- методи математичної обробки та аналізу експериментальних даних,
- пояснити принцип роботи різних видів медичних томографів.

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

### ***Розділ 1. Томографічні дослідження в медичній діагностиці.***

#### ***Тема 1. Фізична природа електромагнітного випромінювання***

*Зміст.* Основні положення хвильової теорії електромагнітних полів. Електромагнітне випромінювання з точки зору квантової механіки. Взаємодія електромагнітного випромінювання з речовиною. Діапазон електромагнітного випромінювання, що застосовується в медичній діагностиці. Основні принципи застосування електромагнітного випромінювання в медичній діагностиці.

#### ***Тема 2. Метод МРТ в медичній діагностиці.***

*Зміст.* Фізична природа електромагнітного випромінювання. Фізичні основи магнітно-резонансної томографії: фізичний зміст ядерного магнітного резонансу. Особливості генерації та детектування

радіочастотного сигналу в магнітно-резонансній діагностиці. Основні методи магнітного резонансу в медичній діагностиці. Застосування контрастних агентів в МРТ діагностиці. Особливості формування зображень в МРТ.

*Тема 3. Діагностичні можливості іонізуючого гама-випромінювання.*

*Зміст.* Фізичні особливості іонізуючого електромагнітного випромінювання. Фізичні основи методу радіонуклідної діагностики. Джерела гама-випромінювання в РНД. Радіофармпрепарати, особливості отримання. Детектори гама-випромінювання. Однофотонна емісійна комп'ютерна томографія. Принцип роботи апарата ОФЕКТ. Радіонукліди для ОФЕКТ. Особливості візуалізації зображень Позитронно-емісійна томографія. Радіонукліди для ПЕТ. Принцип роботи апарата ПЕТ. Особливості формування зображень. Переваги та недоліки ОФЕКТ та ПЕТ.

*Тема 4. Застосування рентгенівського випромінювання в медичній діагностиці.*

*Зміст.* Особливості рентгенівського випромінювання. Джерела рентгенівського випромінювання. Взаємодія рентгенівського випромінювання з речовиною. Види рентгенівської діагностики. Рентгенографія. Детектори рентгенівського випромінювання. Особливості формування зображень. Комп'ютерна томографія. Особливості діагностики КТ. Шкала Хаунсфілда. Спіральне сканування в КТ. Багатошарова КТ. Сучасні методи комп'ютерної томографії: КТ-ангіографія, КТ-коронарографія, КТ-перфузія. Переваги та недоліки методів КТ.

**Розділ 2. Електромагнітне випромінюванням видимого діапазону в медичній діагностиці.**

*Тема 5. Оптичні методи в медичній діагностиці.*

*Зміст.* Фізичні основи взаємодії оптичного випромінювання з біологічними об'єктами. Аналіз оптичних методів дослідження структур біологічних об'єктів. Особливості застосування оптичних методів в медичній діагностиці. Розробка фізичних і математичних моделей для аналізу взаємодії оптичного випромінювання з біотканинами.

*Тема 6. Лазерні системи в медицині.*

*Зміст.* Фізичні основи лазерної техніки. Типи лазерів їх властивості. Фізичні властивості лазерного випромінювання: значення когерентності, монохроматичності та поляризації для ефективного лазерного впливу. Особливості взаємодії лазерного випромінювання з біологічними тканинами.

Оптимізація фізичних параметрів дії лазерного випромінювання. Фізичні процеси в лазерній хірургії. Низькоінтенсивна лазерна терапія. Фотодинамічна терапія з застосуванням лазерів. Механізм фотодинамічного пошкодження..

*Тема 7. Діагностичні методи з застосуванням лазерного випромінювання.*

*Зміст.* Фізичні основи лазерної спектроскопії. Абсорбційні і калориметричні методи діагностики з застосуванням лазерного випромінювання. Фізичні основи лазерної спектроскопії комбінаційного розсіювання. Лазерна флуоресцентна мікроскопія, приклади застосування в медичній діагностиці.

*Тема 8. Підсумкова оглядова лекція.*

*Зміст.* Переваги, недоліки та області застосування томографічних методів медичної діагностики.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	ср	л		п	лаб	інд	ср	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Розділ 1. Томографічні дослідження в медичній діагностиці.</b>												
Разом за розділом 1	56	20	6			30						
<b>Розділ 2. Електромагнітне випромінюванням видимого діапазону в медичній діагностиці.</b>												
Разом за розділом 2	34	12	5			17						
<b>Усього годин</b>	90	32	11			47						

### 4. Теми семінарських (практичних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Фізичні основи МРТ. Ядерний магнітний резонанс.	4
2	Сучасні методи КТ: ангіографія, коронарографія, перфузія. Застосування комбінованого діагностичного обладнання.	3
3	Особливості проведення діагностики ОФЕКТ та ПЕТ: принципи, переваги методів, розбіжності в застосуванні.	3
4	Молекулярно-клітинні механізми дії лазерного випромінювання.	3

5	Фотодинамічний механізм взаємодії лазерного випромінювання з біоб'єктами.	3
	Разом	16

### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Форми контролю
1	Фізичні механізми взаємодії іонізуючого електромагнітного випромінювання з живою тканиною.	4	Опитування
2	Фізичні характеристики радіонуклідів-гаммаджерел. Особливості застосування радіонуклідів в складі радіофармпрепаратів.	3	Опитування
3	Детектори рентгенівського та гама випромінювання. Застосування детекторів в томографах.	3	Опитування
4	Дозове навантаження за умов томографічного діагностування.	4	Рішення задач, тестовий контроль
5	Особливості формування зображення в рентгенографії. Засоби штучного контрастування рентгенівського зображення.	4	Опитування
6	Особливості візуалізації томографічних зображень. Перетворення Радона, його властивості.	4	Опитування
7	Порівняльний аналіз КТ, ПЕТ, МРТ – сучасних методів діагностування. Можливості спільного застосування томографічних методів.	4	Опитування
8	Фотохімічні та фотофізичні реакції, індуковані лазерним випромінюванням. Фотобіологічні процеси.	4	Опитування
9	Теплова дія лазерного випромінювання високих енергій. Фотокоагуляція та фотовипаровування біотканин.	4	Опитування
10	Фотоперетворення пігментів, порфіринів, гемоглобіну, білків, нуклеїнових кислот.	4	Опитування
11	Фотосенсибілізовані та фотодинамічні реакції під впливом лазерного випромінювання.	4	Опитування
	Разом	42	

## **6. Індивідуальні завдання**

### **7. Методи навчання**

Лекція, практичні заняття, семінарські заняття, самостійна робота студентів.

### **8. Методи контролю**

Контрольна робота, доповіді на семінарах, опитування.

#### **Схема нарахування балів за семінарське (практичне) завдання.**

Підготовка реферату та доповідь за темою реферату на семінарському занятті оцінюється в 20 балів.

Робота з науковою статтею з періодичних наукових фахових видань передбачає опрацювання матеріалу статті, аналіз статті, доповідь за матеріалами статті на семінарському занятті. При опрацюванні статті студент отримує максимальну кількість балів – 20 балів.

#### **Схема нарахування балів за контрольну роботу**

Контрольна робота оцінюється за шкалою від 0 до 20 балів.

Студент розв'язує 4 задачі за програмою навчальної дисципліни, кожна задача оцінюється в 5 балів:

5 балів – розв'язання задачі здійснено з застосуванням відповідних формул, які адекватно пояснюють явища чи процеси; не допущено помилок в математичних розрахунках; правильно врахована розмірність фізичних величин;

4 бали – розв'язання задачі правильне, але є неточності в здійсненні математичних розрахунків;

3 бали – на фоні логічного розв'язання задачі присутні помилки в розрахунках та визначенні розмірностей фізичних величин;

2 бали – студентом вибрано нераціональний спосіб розв'язання задачі, у розв'язанні задачі студент обмежується лише визначенням основних формул;

1 бал – розв'язання задачі містить поодинокі елементи правильної інформації

0 балів – розв'язання задачі неправильне або відсутнє.

#### **Критерії оцінки успішності студентів при семестровому контролі та виконанні письмових робіт**

**Оцінку «відмінно» (5 балів – за завдання; 90-100 балів за курс у**



**цілому**) отримує студент, якщо він:

- чітко розуміє зміст і вільно володіє спеціальною термінологією; встановлює взаємозв'язок основних понять;
- вільно використовує набуті теоретичні знання для аналізу практичного матеріалу; демонструє високий рівень набутих практичних навичок.
- міцно засвоїв зміст навчальної дисципліни, наукових першоджерел і рекомендованої літератури;
- вміє повністю, глибоко і всебічно розкрити зміст матеріалу, поставленого завдання чи проблеми; комплексно вирішувати поставлені завдання чи проблему; правильно застосовує одержані знання з різних дисциплін для вирішення завдань чи проблем; послідовно і логічно викладає матеріал.

Допускається декілька неточностей у викладенні матеріалу, які не приводять до помилкових висновків і рішень.

**Оцінку «добре» (4 бали – за завдання; 70-89 балів за курс у цілому)**

отримує студент, якщо він:

- добре засвоїв основний зміст навчальної дисципліни, основні ідеї наукових першоджерел і рекомендованої літератури;
- точно використовує термінологію;
- має практичні навички з аналізу матеріалу.

Допускається декілька неточностей у використанні спеціальної термінології, похибок у логіці викладу теоретичного змісту або аналізу практичного матеріалу, несуттєвих та не грубих помилок у висновках та узагальненнях, що не впливають на конкретний зміст відповіді. Наявні неточності та помилки враховуються при визначенні оцінки за 100-бальною шкалою та відповідної літери В або С.

**Оцінку «задовільно» (3 бали – за завдання; 50-69 балів за курс у цілому)** студент отримує, якщо:

- у відповіді суть запитання в цілому розкрита, але зміст питання викладено частково; студент невпевнено орієнтується у змісті наукових першоджерел та рекомендованої літератури;
- при викладенні матеріалу, поясненні термінології та вирішенні практичних питань зроблені суттєві помилки.

**Оцінку «незадовільно» (менше 50 балів)** студент отримує, якщо:

- основний зміст завдання не розкрито; студент майже не орієнтується у наукових першоджерелах та рекомендованій літературі; не знає наукових фактів та визначень;
  - допущені суттєві помилки у висновках;
  - студент не володіє спеціальною термінологією;
- наукове мислення та практичні навички майже не сформовані.

## 9. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання				Сума
Розділ 1	Розділ 2	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальне завдання	
T1- T3	T4-T6	1	-	100
45	35	20		

T1, T2 ... T9 - теми розділів.

Мінімальна кількість балів необхідна для зарахування розділу:

Розділ 1 - 20; Розділ 2 - 20;

Студент отримує допуск до підсумкового семестрового контролю при умові, що загальна кількість балів за всіма розділами - не менше 40.

### 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

### Базова література

1. Сторчун Є.В., Матвійчук Я.М. Біофізичні та математичні основи інструментальних методів медичної діагностики: навчальн.посібник. – Львів: Вид. «Растр-7», 2009. – 216 с.
2. Інформаційні технології в біології та медицині : навчальний посібник / В. І. Гриценко, А. Б. Котова, М. І. Вовк [та ін.]. – К. : Наукова думка, 2007. – 383 с.

3. Wireless telecommunication systems / Terré, Michel, et al. - Wiley, 2013. - 212 p.
4. Telemedicine technologies: Information technologies in medicine and telehealth / Fong, B., Fong, A. C. M., & Li, C. K. - John Wiley & Sons, 2011. – 260 p.
5. Pahlavan, K. Principles of Wireless Networks: A Unified Approach / Pahlavan, K., Krishnamurthy, P. - Prentice Hall PTR, 2011. – 608 p.
6. Millimeter Wave Wireless Communications / Rappaport, T. S., Heath Jr, R. W., Daniels, R. C., & Murdock, J. N. - Pearson Education, 2015. – 260 p.

### **Допоміжна література**

1. Karl H. Hausser, Hans R. Kalbitzer NMR für Mediziner und Biologen: Strukturbestimmung, Bildgebung, In Vivo Spectroscopie. – Berlin: Springer-Verlag, 1989. – 236 с.
2. Щербатий А.Й., Поліщук В.М. Медична діагностика. // — Рівне: В-во «Укр. Ін форм системи», 1996. — 92 с.
3. Хаусер К.Х., Кальбейцер Х.Р. ЯМР в медицині та біології: структура молекул, томографія, спектроскопія in-vivo. – К.: Наукова Думка, 1993. – 259 с.