

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет

Кафедра фізики функціональних матеріалів



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана

з навчальної роботи

Оксана МОМОТ

2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізика медичних технологій

для студентів

галузь знань 10 Природничі науки
спеціальність 104 Фізика та астрономія
освітній рівень магістр
освітня програма Медична фізика
вид дисципліни обов'язкова (ОК9)

Форма навчання	<u>очна</u>
Навчальний рік	<u>2021/2022</u>
Семестр	<u>1</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>3</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>англійська</u>
Форма заключного контролю	<u>залік</u>

Викладач: Олена ПАВЛЕНКО, к. ф.-м. н., доцент кафедри фізики функціональних матеріалів


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

КИЇВ – 2021

Розробники: Павленко Олена Леонідівна, доктор фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики функціональних матеріалів;

ЗАТВЕРДЖЕНО


Зав. кафедри фізики функціональних матеріалів

_____ (підпис)  (Микола КУЛІШ)

Протокол № 10 від «20» травня 2021 р.

Схвалено науково - методичною комісією фізичного факультету

Протокол № 4 від «22» червня 2021 року

Голова науково-методичної комісії _____ (підпис)  (Олег ОЛІХ)

« _____ » _____ 20__ року

ВСТУП

1. Мета дисципліни – отримання студентами систематичних знань про фізичні явища і методи у медицині, що стали основою діагностики і лікування захворювань на рівні органів, функцій та клітин організму. Особлива увага приділяється використанню наноструктур та нанотехнологій у медицині, радіаційній фізиці у медицині, розумінню механізмів взаємодій біоб'єктів на молекулярному рівні.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Знати: основи механіки, оптики, електрики та магнетизму, молекулярної, атомної, ядерної фізики.
2. Вміти: застосовувати попередні знання з курсів загальної фізики, математичних дисциплін, а також спеціальних курсів біофізичного спрямування;
3. Володіти елементарними навичками комп'ютерного моделювання фізичних процесів, квантово-хімічних розрахунків властивостей молекул, програмування.

3. Анотація навчальної дисципліни:

В рамках курсу «Фізика медичних технологій» вивчаються: фізичні основи функціонування методи діагностики (ультразвукової діагностики, комп'ютерної, магнітно-резонансної, позитрон-емісійної томографії, спектроскопії) та лікування (фізичні механізми взаємодії іонізуючого випромінювання з біологічними тканинами, а також лазерного випромінювання). Розглядається використання нанооб'єктів, зокрема, вуглецевих наноструктур, металевих наночастинок, молекул із заданими властивостями для реалізації у наномедичних технологіях, зокрема у фотодинамічній терапії, цілеспрямованій доставці ліків.

4. Завдання (навчальні цілі) – засвоєння сучасної наукової інформації щодо фізичних методів лікування і діагностики у медицині, отримання, дослідження властивостей і використання наночастинок для наномедицини.

Згідно вимог проекту Стандарту вищої освіти України (другий (магістерський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Фізика», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОНП «Медична фізика» дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних компетентностей:

Загальні компетентності:

- 2 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- 3 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- 4 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- 5 Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

Спеціальні компетентності:

- 6 Здатність формулювати, аналізувати та синтезувати рішення наукових проблем в області фізики та/або астрономії.
- 7 Здатність презентувати результати проведених досліджень, а також сучасні концепції у фізиці та/або астрономії фахівцям і нефахівцям.
- 8 Здатність комунікувати із колегами усно і письмово державною та англійською мовами щодо наукових досягнень та результатів досліджень в області фізики та/або астрономії.
- 9 Здатність формулювати та аналізувати фундаментальні фізичні принципи і закони за якими функціонує людський організм.
- 10 Здатність формулювати та аналізувати фундаментальні фізичні принципи медичних діагностичних і лікувальних технологій.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність*)		Методи викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.				
1.1	основні фізичні основи механізмів та методів, на базі яких функціонують існуючі методи діагностики та лікування; вплив електромагнітного поля, лазерного випромінювання, іонізуючого	<i>Лекції Самостійна робота</i>	<i>Усні доповіді, обговорення, виконання індивідуальних завдань,</i>	30

* заповнюється за необхідністю, наприклад для практик, лабораторних курсів тощо.

	випромінювання на організм, режими, області та обмеження їх використання у медицині; Радіонуклідна діагностика та лікування. Знати принципи роботи сучасної медичної апаратури.		самостійна робота. Модульна контрольна робота.	
1.2	типи наночастинок, які використовують у наукових розробках, для біомедичного застосування, діагностики, лікування; їх властивості та можливості введення у людський організм, знати механізми їх взаємодії з біомолекулами. Молекулярні машини, керування їх міграцією в тканинах людини. Цілеспрямована доставка ліків. Фотосенсибілізатори. Знати матеріали для протезування, особливості їх функціонування та обмеження в організмі людей, у тому числі токсичність, деструкція та інші.	Лекції Самостійна робота	Усні доповіді, обговорення, виконання індивідуальних завдань, самостійна робота. Модульна контрольна робота.	30
2.				
2.1	вільно володіти термінами, застосовуваними у медичній фізиці, знаходити у довідниковій та сучасній науковій літературі відповідні параметри, що необхідні для проведення наукових розробок в області медичної фізики, моделювання тощо.	Лекції Самостійна робота	Опитування, усні доповіді, ведення дискусій, написання рефератів, самостійна робота.	10
2.2	визначати, який метод можна застосувати до конкретної наукової проблеми медичного спрямування виходячи з її просторової та часової розмірності.	Лекції Самостійна робота	Опитування, усні доповіді, ведення дискусій, написання рефератів, самостійна робота.	10
3.				
3.1.	Демонструвати спілкування в діалоговому режимі з колегами та цільовою аудиторією, ведення професійної наукової дискусії українською та англійською мовами. Письмово відображувати та презентувати результати своїх досліджень українською та англійською мовами	Лекції Самостійна робота	Опитування, усні доповіді, ведення дискусій, написання рефератів, самостійна робота.	20

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни				
	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1
ПРН 1. Використовувати концептуальні та спеціалізовані знання і розуміння актуальних проблем і досягнень обраних напрямів сучасної теоретичної і експериментальної фізики та/або астрономії для розв'язання складних задач і практичних проблем.	+	+			
ПРН 7. Оцінювати новизну та достовірність наукових результатів з обраного напрямку фізики та/або астрономії, оприлюднених у формі публікації чи усної доповіді.			+	+	
ПРН 10. Відшукувати інформацію і дані, необхідні для розв'язання складних задач фізики та/або астрономії, використовуючи різні джерела, зокрема, наукові видання, наукові бази даних тощо, оцінювати та критично аналізувати отримані інформацію та дані.			+	+	
ПРН 18. Розуміти та вміти формулювати та аналізувати фундаментальні фізичні принципи медичних діагностичних і лікувальних технологій.	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки:

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. *Модульна контрольна робота 1*: 20 балів (максимум), 12 балів (мінімум);
2. *Модульна контрольна робота 2*: 20 балів (максимум), 12 балів (мінімум);
5. *Усні доповіді реферованих оглядів літератури (самостійна робота)* 20 балів (максимум), 12 балів (мінімум).

- підсумкове оцінювання: у формі заліку

Підсумкова оцінка з освітнього компонента в цілому, підсумковою формою контролю за яким встановлено залік, визначається як сума оцінок (балів) за всіма успішно оціненими результатами навчання під час семестру (оцінки нижче мінімального порогового рівня до підсумкової оцінки не додаються) та оцінки, отриманої під час заліку.

Формою проведення заліку є написання письмової роботи з подальшою усною співбесідою. Результатами навчання, які оцінюються на іспиті, є РН 1.1-3.1. Максимальна кількість балів, яка може бути отримати здобувачем освіти під час заліку, становить 40 балів за 100 бальною шкалою.

Перекладання семестрового контролю з метою покращення позитивної оцінки не допускається.

- умови допуску до підсумкового заліку:

Обов'язковою умовою допуску до заліку є написання модульних контрольних робіт та усні доповіді на задані теми з огляду наукової літератури. Здобувач освіти не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше ніж 36 балів.

7.2. Організація оцінювання:

Модульні контрольні роботи 1 - 2 проводяться по завершенні тематичних лекцій з Розділів 1-2, відповідно. Самостійна робота здається у кінці кожного модуля. Доповіді рефератів і презентацій потрібно провести протягом семестру.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Зараховано / Passed	90-100
	75-89
	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

**8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ**

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	Самостійна робота
Розділ 1. Фізичні принципи методів діагностики та лікування у медицині. Взаємодія іонізуючого випромінювання з біотканинами				
1	ТЕМА 1. Вступ. Історія відкриттів у фізиці, що дали поштовх у розвитку медицини. Найбільш поширені захворювання людства - виклики для медичних фізиків. Фізичні методи вивчення принципів функціонування людського організму та порушень його функціонування. Підходи до аналізу процесів у здорових та злоякісних клітинах, функціонування органів. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Огляд наукової періодики.	4	0	20
2	ТЕМА 2. Електромагнітне випромінювання для медицини: від рентгенівського діапазону до радіохвиль: лікування та діагностика, обмеження. Оптичні методи досліджень, ультразвукова діагностика, комп'ютерна, магнітно резонансна, позитрон-емісійна томографія. Ядерна медицина. Лазери. Взаємодія з біотканинами. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Огляд наукової періодики.	8	0	10
3	ТЕМА 3. Технології радіаційного випромінювання. Властивості та можливості введення у людський організм механізми їх взаємодії з біомолекулами. Радіоактивні ізотопи в медицині. Високоенергетичне опромінення зарядженими частинками та нейтронами Променева терапія. Проходження струму через живі тканини. Електрозварювання біотканин. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Огляд наукової періодики.	4	0	10
Розділ 2. Наноструктури і нанотехнології в медицині				
4	ТЕМА 4. Наноструктури у біотехнологіях та медицині. Металеві, напівпровідникові частинки у діагностиці та лікуванні. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Огляд наукової періодики.	4	0	10
5	ТЕМА 5. Нанобіосенсиори. Молекулярні машини, керування їх міграцією в тканинах людини. Цілеспрямована доставка ліків. Фотосенсибілізатори. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Огляд наукової періодики.	6	0	10
6	ТЕМА 6. Матеріали для протезування, особливості їх функціонування в організмі людей, токсичність, деструкція, обмеження. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Огляд наукової періодики.	4	0	10
	ВСЬОГО	30	0	60

Загальний обсяг 90 год.з, в тому числі

Лекцій – 30 год.

Самостійна робота - 60 год.

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

1. Fishman, Elliot K.; Jeffrey, R. Brooke (1995). *Spiral CT: Principles, Techniques, and Clinical Applications*. Raven Press. ISBN 978-0-7817-0218-8.
2. [The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1979](https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1979/press-release/). NobelPrize.org. Retrieved 2019-08-10.
3. Mackie, T R (2006). "The history of tomotherapy". *Physics in Medicine and Biology*. **51** (13): R427–53.
4. Mark A. Brown, Richard C. Semelka. MRI: Basic Principles and Applications. https://books.google.com.ua/books?hl=ru&lr=&id=oY0IH3YkuMC&oi=fnd&pg=PR9&dq=MRI+principles&ots=ZoFizBPfCS&sig=Pf5D7rjQ3x_pkaBUW03i5Eki62M&redir_esc=y#v=onepage&q=MRI%20principles&f=false
5. "Radioisotopes in Medicine". *World Nuclear Association*. October 2017. Retrieved 21 October 2017.
6. Martínez MJ., Ziegler S.I., Beyer T. (2008) PET and PET/CT: Basic Principles and Instrumentation. In: Dresel S. (eds) PET in Oncology. Recent Results in Cancer Research, vol 170. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-31203-1_1
7. Khalil M.M. (2010) Positron Emission Tomography (PET): Basic Principles. In: Khalil M. (eds) Basic Sciences of Nuclear Medicine. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-85962-8_11
<https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1979/press-release/>
8. Thangavelu, Raja Muthuramalingam; Gunasekaran, Dharanivasan; Jesse, Michael Immanuel; s.u, Mohammed Riyaz; Sundarajan, Deepan; Krishnan, Kathiravan (2018). "Nanobiotechnology approach using plant rooting hormone synthesized silver nanoparticle as "nanobullets" for the dynamic applications in horticulture – an in vitro and ex vitro study". *Arabian Journal of Chemistry*. **11**: 48–61. doi:10.1016/j.arabjc.2016.09.022.
9. Evans, C. L.; Xie, X. S. (2008). "Coherent Anti-Stokes Raman Scattering Microscopy: Chemical Imaging for Biology and Medicine". *Annual Review of Analytical Chemistry*. **1**: 883–909. Bibcode:2008ARAC...1..883E. doi:10.1146/annurev.anchem.1.031207.112754. PMID 20636101.
10. [A W. Demtröder](#), *Laser Spectroscopy*, 3rd Ed. (Springer, 2003).
11. D. Papoušek and M. R. Aliev, *Molecular Vibrational-Rotational Spectra* Elsevier, Amsterdam, 1982
12. The surprising dangers of CT scans and X-rays: Patients are often exposed to cancer-causing radiation for little medical reason, a Consumer Reports investigation finds <https://www.consumerreports.org/cro/magazine/2015/01/the-surprising-dangers-of-ct-scans-and-x-rays/index.htm>
13. Callaway DJ, Matsui T, Weiss T, Stingaciu LR, Stanley CB, Heller WT, Bu ZM (7 April 2017). "[Controllable Activation of Nanoscale Dynamics in a Disordered Protein Alters Binding Kinetics](#)". *Journal of Molecular Biology*. **427** (7): 987–998.
14. **H. M. Heise Medical Applications of Infrared Spectroscopy** Mikrochim. Acta [Suppl.] 14,67-77 (1997)
15. <https://www.intechopen.com/books/infrared-spectroscopy-life-and-biomedical-sciences/ft-ir-spectroscopy-in-medicine> CO Springer-Verlag 1997
16. Langer, Robert (2010). "[Nanotechnology in Drug Delivery and Tissue Engineering: From Discovery to Applications](#)". *Nano Lett.* **10**(9): 3223–30. Bibcode:2010NanoL..10.3223S.
17. H.W.Kroto, J. R.Heath, S. C.Obrien, R. F.Curl and R. E. Smalley, "C₆₀: Buckminsterfullerene". *Nature*. vol. 318 (6042), pp. 162–163, 1985.
18. Sumio Iijima, "Helical microtubules of graphitic carbon". *Nature*. vol. 354 (6348), pp. 56–58, 1991.
19. Sumio Iijima, Toshinari Ichihashi, "Single-shell carbon nanotubes of 1-nm diameter", *Nature*. vol. 363 (6430) pp. 603–605, 1993.
20. A.H. Castro; N.M.R. Peres, K.S. Novoselov and A.K. Geim, "The electronic properties of graphene", *Rev Mod Phys*. vol. 81 (1), pp. 109–162, 2009
21. E. Persch, O. Dumele and F.Diederich, "Molecular recognition in chemical and biological systems", *Angewandte Chemie. International Edition*, vol. 54 (11), pp. 3290-3327, 2015.
22. D.C.Carter, J. X.Ho, "Structure of serum albumin", *Adv.Prot.Chem. Volume*, vol. 45, pp. 153-203,1994.
23. K.J. McConnell, D.L. Beveridge, "DNA structure: what's in charge?", *Journal of molecular biology*, vol. 304, pp. 803-820, 2000.
24. T. Chen, M. Li, J. Liu "π–π Stacking Interaction: A Nondestructive and Facile Means in Material Engineering for Bioapplications", *Cryst. Growth Des.*, vol. 18 (5), pp. 2765–2783, 2018.
25. R. Prasad, N.K. Jain, A.S. Yadav, D.S. Chauhan, J. Devrukhkar, M.K. Kumawat, S. Shinde, M. Gorain, A.S. Thakor, G.C. Kundu, J. Conde and R. Srivastava, "Liposomal nanotheranostics for multimode targeted in vivo bioimaging and near-infrared light mediated cancer therapy", *Communications Biology*, vol. 3, № 284, 2020.
26. S. Luo, E. Zhang, Yo Su, T. Cheng, C. Shi. "A review of NIR dyes in cancer targeting and imaging", *Biomaterials*, vol.32(29):7127-38, 2011.
27. T. Nezakati, A. Seifalian, A. Tan, A.M. Seifalian, "Conductive Polymers: Opportunities and Challenges in Biomedical Applications" *Chem Rev*, vol. 118(14), pp. 6766-6843, 2018.
28. V. Karagkiozaki, P.G. Karagiannidis, M. Gioti, P. Kavatzikidou, D. Georgiou, E. Georganaki and S. Logothetidis, "Bioelectronics Meets Nanomedicine for Cardiovascular Implants: PEDOT-Based Nanocoatings for Tissue Regeneration", *Biochim. Biophys. Acta, Gen. Subj.*, vol. 1830, pp. 4294–4304, 2013.
29. B. Yang, F.Yao, T. Hao, W. Fang, L. Ye, Y. Zhang, Y. Wang, J. Li, C. Wang, "Development of Electrically Conductive Double-Network Hydrogels via One-Step Facile Strategy for Cardiac Tissue Engineering", *Adv. Healthcare Mater.*, vol. 5(4), pp. 474–488, 2016.
30. A.M. Martins, G. Eng, S.G. Caridade, J.F. Mano, R.L. Reis, G. Vunjak-Novakovic, "Electrically Conductive Chitosan/Carbon Scaffolds for Cardiac Tissue Engineering", *Biomacromolecules*, vol. 15(2), pp. 635–643, 2014.
31. J. J. Gooding, C. Wasiowych, D. Barnett, D.B. Hibbert, J.N. Barisci and G.G. Wallace, "Electrochemical Modulation of Antigen-Antibody Binding", *Biosens. Bioelectron.*, vol. 20, pp. 260–268, 2004.
32. А.С. Давыдов, «Солитоны в молекулярных системах», *Киев, Наукова думка*, с. 303, 1988.
33. E L Gillette¹, S M Gillette Principles of radiation therapy 1995 Aug;10(3):129-34.