

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
Кафедра фізики твердого тіла

“ЗАТВЕРДЖУЮ”



Декан фізичного факультету ХНУ  
імені В. Н. Каразіна

Руслан БОВК

2023 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

**Сучасні проблеми фізики біоматеріалів**

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти Другий (магістерський)

галузь знань 10 Природничі науки  
(шифр і назва)

спеціальність 104 Фізика та астрономія  
(шифр і назва)

освітня програма освітньо-наукова — фізика  
(шифр і назва)

спеціалізація Фізика  
(шифр і назва) ВИД ДИСЦИПЛІНИ

обов'язкова  
(обов'язкова / за вибором)

факультет фізичний

2023 / 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету (інституту, центру)

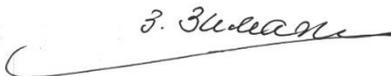
“ 30 ” серпня \_\_\_\_\_ 2023 року, протокол № 6

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: Зиман Золтан Золтанович, доктор фіз.-мат. наук, професор, завідувач кафедри фізики твердого тіла

Програму схвалено на засіданні кафедри фізики твердого тіла

Протокол від “ 28 ” серпня \_\_\_\_\_ 2023 року № 7

Завідувач кафедри

 Золтан ЗИМАН  
(підпис)

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної) програми (керівником проектної групи) \_\_\_\_\_ \_ освітньо-професійна (назва освітньої програми)

Гарант освітньої (професійної) програми

(керівник проектної групи)

  
(підпис)

Юрій БОЙКО  
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією фізичного факультету

Протокол № 7 від 29 серпня 2022 року

Голова методичної комісії



Микола Макаровський  
(прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Сучасні проблеми фізики біоматеріалів» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки магістр

(назва рівня вищої освіти)

спеціальності 104 Фізика та астрономія

спеціалізації

фізика твердого тіла

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Ознайомити студентів із сучасними кальцій-фосфатними біоматеріалами, їхніми складом, структурою, властивостями, одержанням та функціональними характеристиками.

#### 1.2. Основні завдання вивчення дисципліни:

##### **Інтегральна компетентність:**

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується складністю та невизначеністю умов.

##### **Загальні компетентності:**

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. Здатність приймати обґрунтовані рішення. Навички здійснення безпечної діяльності. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

##### **Фахові компетентності:**

Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей. Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.

#### 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	
-й	-й
Семестр	
6-й	-й
Лекції	
30 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
60 год.	год.
у тому числі курсова робота	

### 1.6. Заплановані результати навчання

У результаті вивчення даного курсу студент повинен:

Знати, розуміти та вміти застосовувати на базовому рівні основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та/або астрономії. Знати і розуміти фізичні основи астрономічних явищ: аналізувати, тлумачити, пояснювати і класифікувати будову та еволюцію астрономічних об'єктів Всесвіту (планет, зір, планетних систем, галактик тощо), а також основні фізичні процеси, які відбуваються в них. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії. Оцінювати вплив новітніх відкриттів на розвиток сучасної фізики та астрономії. Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшуковувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань. Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки. Розуміти зв'язок фізики та/або астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень. Знати і розуміти роль і місце фізики, астрономії та інших природничих наук у загальній системі знань про природу та суспільство, у розвитку техніки й технологій та у формуванні сучасного наукового світогляду. Розуміти значення фізичних досліджень для забезпечення сталого розвитку суспільства. Розуміти історію та закономірності розвитку фізики та астрономії. Розуміти місце фізики та астрономії у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій. Структура навчальної дисципліни.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### Розділ 1. Фосфати кальцію

- 1.1. Біоактивні фосфати кальцію
- 1.2. Структура та функціональні властивості твердих тканин людини
  - 1.2.1. Структура та механічні характеристики кістки
  - 1.2.2. Структура та механічні властивості зубів
  - 1.2.3. Хімічний склад мінерального компонента твердих тканин

### Розділ 2. Особливі кальцій-фосфатні матеріали на основі ГА

- 2.1. Голко- та ниткоподібні кристали ГА
  - 2.1.1. Вуса та волокна ГА і проблеми зміцнення кераміки
  - 2.1.2. Застосування голкоподібних кристалів ГА
- 2.2. Кальцій-фосфатні покриття
  - 2.2.1. Плазмові покриття ГА
  - 2.2.2. Інші методи нанесення ФК
  - 2.2.3. Біомедичні застосування. Перспективи
- 2.3. Функціональні градієнтні матеріали
- 2.4. Кісткові цементи
  - 2.4.1. Апатитові та брушитові цементи
  - 2.4.2. Управління процесом схоплювання



#### 4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
	Разом	

#### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1		
2		
	Разом	

#### 6. Індивідуальні завдання

##### 7. Методи навчання

Аудиторні (лекції, контрольна робота) та дистанційні (відео-лекції) методи.

8. Методи контролю Контрольна та курсова роботи.

9. Схема нарахування балів

**Приклад для підсумкового семестрового контролю в формі заліку без виконання залікової роботи**

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Сума
Розділ 1		Розділ 2		Контрольна робота, передбачена навчальним	Індивідуальне завдання
T1	T2	T3	T4	T5	100

T1 | 1, T2 - теми розділів.

**Приклад для підсумкового семестрового контролю при проведенні семестрового екзамену**

**або залікової роботи**

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні					Екзамен (залікова робота)	Сума
Розділ 1		Розділ 2		Контрольна робота, передбачена навчальним	Разом	
T1	T2	T3	T4			
					50	50
						100

T1, T2 ... - теми розділів.

**Критерії оцінювання навчальних досягнень**

**Шкала оцінювання**

Сума балів за всі види навчальної	Оцінка
-----------------------------------	--------

діяльності протягом семестру	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 - 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

## 10. Рекомендована література

- [1] З.З. Зиман. Кальцій-фосфатні біоматеріали: навч. пос. - Харків: ХНУ імені В.Н.Каразіна, 2018. - 288 с.
- [2] Eliaz N., Metoki N. Calcium phosphate bioceramics: A review of their history, structure, properties, coating technologies and biomedical applications. *Materials* 2017; 10:334-438.
- [3] Habraken W., Habibovic P., Epple M., Bohner M. Calcium phosphates in biomedical applications: materials for the future? *Mater. Today* 2016; 19(2): 69-87.
- [4] Campana V., Milano G., Pagano E. et al. Bone substitutes in orthopaedic surgery: From basic science to clinical practice. *J. Mater. Sci. Mater. Med.*, 2014; 25:2445-61.
- [5] Dorozhkin S.V. Calcium orthophosphate-based bioceramics. *Materials* 2013; 6:3840-942.
- [6] Ginebra M.-P., Canal Ch., Espanol M., Pastorino D., Montufar E.B. Calcium phosphate cements as drug delivery materials. *Adv. Drug Deliv. Rev.* 2012; 64:1090-110.
- [7] Dorozhkin S.V. Calcium orthophosphate coatings, films and layers. *Progr. Biomater.* 2012; 1:1-40.
- [8] Cardoso D.A., Jansen J.A., Leeuwenburgh S.C.G. Synthesis and application of nanostructured calcium phosphate ceramics for bone regeneration. *J. Biomed. Mater. Res. Part B: Appl. Biomater.* 2012; 100B: 2316-26.
- [9] Uskokovic V., Uskokovic D.P. Nanosized hydroxyapatite and other calcium phosphates: Chemistry of formation and application as drug and gene delivery agents. *J. Biomed. Mater. Res. Part B: Appl. Biomater.* 2011; 96B:152-91.
- [10] Bohner M. Resorbable biomaterials as bone graft substitutes. *Mater. Today* 2010; 13(1-2): 24-30.
- [11] Verron E., Khairoun I., Guicheux J., Bouler J.-M. Calcium phosphate biomaterials as bone drug delivery systems: A review. *Drug. Discov. Today* 2010; 15(13/14):547-52.
- [12] Dorozhkin S.V. Nanodimensional and nanocrystalline apatites and other calcium orthophosphates in Biomedical Engineering, Biology and Medicine. *Materials* 2009; 2:1975-2045.
- [13] Dorozhkin S.V. Calcium orthophosphate cements and concretes. *Materials* 2009; 2:221-91.
- [14] Riehemann K., Schneider S.W., Luger T.A., Godin B., Ferrari M., Fuchs H. Nanomedicine challenge and perspectives. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2009; 48:872-97.
- [15] Dorozhkin S.V. Calcium orthophosphate cements for biomedical application. *J. Mater. Sci.* 2008; 43:3028-57.
- [16] Naayanan R., Seshadri S.K., Kwon T.Y., Kim K.H. Calcium phosphate-based coatings on Titanium and its alloys. *J. Biomed. Mater. Res Part B: Appl. Biomater.*, 2008; 85B:279-

99.

[17] Ginebra M.P., Traykova T., Planell J.A. Calcium phosphate cements as drug delivery systems: A review. *J. Control. Release* 2006; 113: 102-10.

[18] Ferraz M.P., Monteiro F.J., Manuel C.M. Hydroxyapatite nanoparticles: A review of preparation methodologies. *J. Appl. Biomat. Biomechan.*, 2004;2:74-80

**11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення**

[https://solids.univer.kharkov.ua/book/book\\_zz\\_2019.pdf](https://solids.univer.kharkov.ua/book/book_zz_2019.pdf)