



Кристалізація в кальцій-фосфатних матеріалах. Робоча програма навчальної  
(назва навчальної дисципліни)  
дисципліни для студентів за напрямом підготовки фізика, спеціальністю  
фізика  
" " \_\_\_\_\_ 2016 . - \_\_ с.

Розробники: Рохмістров Дмитро Володимирович, старший викладач кафедри  
фізики твердого тіла, Гончаренко Антон Володимирович, асистент кафедри  
фізики твердого тіла

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики твердого тіла

---

Протокол № 8 від "17" вересня 201 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )  
(підпис) (прізвище та ініціали)

" \_\_ " \_\_\_\_\_ 2016 р

Схвалено методичною комісією

Протокол № 1 від "17" вересня 201 р. " "

\_\_\_\_\_ 2016р. Голова \_\_\_\_\_ ( Макаровський М. О. )  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів –  1	Галузь знань <u>0402 фіз.-мат.</u> (шифр і назва)	за вибором	
	Напрямок підготовки <u>040203 фізика</u> (шифр і назва)		
Модуль - 2	Спеціальність (професійне спрямування): <u>фізика твердого тіла</u>	<b>Рік підготовки:</b>	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		4	
Загальна кількість годин - 27		<b>Семестр</b>	
		7	
		<b>Лекції</b>	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних -2 самостійної роботи студента – 1	Освітньо-кваліфікаційний рівень:  бакалавр	18	
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		<b>Лабораторні</b>	
		<b>Самостійна робота</b>	
		9	
		<b>ІНДЗ:</b>	
		Вид контролю: екзамен	

### Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 2:1

для заочної форми навчання -

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета.** Метою спецкурсу є огляд основних шляхів одержання кальцій-фосфатних матеріалів, дослідження їхньої структури, функціональних властивостей в залежності від параметрів синтезу, механізмів кристалізації під впливом різних чинників, вплив домішок на структуру, фазовий склад та фізичні властивості кальцій-фосфатних матеріалів.

**Завдання.** Ознайомити студентів із основними методами синтезу кальцій-фосфатних матеріалів, процесами кристалізації, а також впливом домішок на фізичні характеристики одержаних матеріалів.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен **знати:** методи одержання кальцій-фосфатних матеріалів, процеси кристалізації, вплив домішок на фізичні характеристики одержаних матеріалів.

**вміти:** використовувати одержані теоретичні знання для одержання кальцій-фосфатних матеріалів із заданими фізико-хімічними властивостями.

### Модуль 1. Кальцій-фосфатні матеріали які використовуються для виробництва біоматеріалів

**Тема 1.** Структура твердих тканин. Класифікація біоматеріалів.

**Тема 2.** Кальцій-фосфатні матеріали, які використовують у медицині. Гідроксилапатит, трикальцій фосфат, гідрофосфат кальцію, октакальцій фосфат, кальцій-дефіцитний гідроксилапатит, пірофосфат кальцію, карбонат кальцію.

**Тема 3.** Одержання гідроксилапатита методом осадження з водних розчинів. Параметри синтезу, рівняння реакцій. Вибір оптимальних умов для отримання стехіометричного складу.

**Тема 4.** Одержання гідроксилапатита методом твердофазного синтезу.

**Тема 5.** Одержання ниткоподібних кристалів гідроксилапатита гідротермальним методом.

**Тема 6.** Одержання нестехіометричного кальцій-дефіцитного гідроксилапатиту.

**Тема 7.** Вплив параметрів синтезу на склад, структуру і функціональні характеристики кальцій-фосфатних матеріалів.

### Модуль 2. Кристалізація кальцій-фосфатних матеріалів

**Тема 8.** Кристалізація гідроксилапатита методом осадження з розчинів.

**Тема 9.** Аморфний фосфат кальцію. Кластерна модель будови часток

гидроксилапатита.

**Тема 10.**Класичний і неklasичний механізми кристалізації. Блокова модель кристалізації. Мезокристалли.

**Тема 11.**Вплив домішок на кристалізацію гідроксилапатита.

**Тема 12.**Гідроксилапатит, що карбонізує. Залежності параметрів ґрат від концентрації домішок.

**Тема 13.**Вплив домішок на склад, структуру і функціональні характеристики кальцій-фосфатних матеріалів.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
лекції		прак- тичні	лаб.	інд.	ср	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Модуль 1</b>						
Тема 1	2	2				
Тема 2	2	2				
Тема 3	2	2				
Тема 4	2	2				
Тема 5	2	2				
Тема 6	2	2				
Тема 7	2	2				
Разом за модулем 1	14	14				
<b>Модуль 2</b>						
Тема 8	4	4				
Тема 9	4	4				
Тема 10	4	4				
Тема 11	4	4				
Тема 12	4	4				
Тема 13	2	2				
Разом за модулем 2	22	22				
<b>Усього годин</b>	36	36				

### 4. Методи навчання

Лекція

## 5. Методи контролю

Контрольна робота, екзамен

## 6. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота													Підсумковий семестровий контроль (екзамен)	Сума
Модуль 1							Модуль 2							
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	40	100
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	3		

T1, T2 ... T13 - теми лекцій

## Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи (проекту), практики	для заліку
90 - 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
80-89	<b>B</b>	добре	
70-79	<b>C</b>	задовільно	
60-69	<b>D</b>		
50-59	<b>E</b>	незадовільно	не зараховано
1-49	<b>FX</b>		

## 7. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій.

## 8. Рекомендована література

### Базова

1. Т. Каназава. Неорганические фосфатные материалы, К.: Наукова Думка, 1998.
2. С. М. Баринов, В. С. Комлев. Биокерамика на основе фосфатов кальция, М.: Наука, 2005.

3. М. Эппле. Биоматериалы и биоминерализация, Т.: Ветер, 2007.
4. С.В.Дорожкин, Симеон Агатопоулус, Биоматериалы: обзор рынка, Химия и жизнь, 2002, 2, 8-10.
5. А.Г. Вересов, В. И. Путляев, Ю. Д. Третьяков. Химия неорганических биоматериалов на основе фосфатов кальция, Рос. хим. ж., 2004, XLVIII, 4, 52-64.
6. В. И. Путляев. Современные биокерамические материалы, Соросовский образовательный журнал, 2004, 8, №1, , 44-50.
7. С. М. Баринов. Керамические и композиционные материалы на основе фосфатов кальция для медицины, Успехи химии, 2010, 79, №1, 15-32.
8. А. Вест. Химия твердого тела, т.1, М.:тМир, 1988.

### Допоміжна

9. Helmut Colfen, Markus Antonietti. Mesocrystals and Nonclassical Crystallization, John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, 2008.
- 10.D. Eichert, C. Drouet, H. Sfiha, C. Rey, C. Combes, Nanocrystalline apatite-based biomaterials, Nova Science Publishers, Inc., New York, 2009.
- 11.J.C. Elliott, Structure and Chemistry of the Apatites and Other Calcium Orthophosphates, Elsevier, Amsterdam - London - New York - Tokyo 1994.
- 12.J. Park R.S. Lakes, Biomaterials An Introduction, Springer Science+Business Media, LLC, 2007.
- 13.T. S. B. Narasaraju, D. E. Phebe. Some physico-chemical aspects of hydroxyapatite. J. Mater. Sci., 1996, 31, 1-21.
- 14.G. Celotti, A. Tampieri, S. Sprio, E. Landi, L. Bertinetti, G. Martra, C. Ducati. Crystallinity in apatites: how can a truly disordered fraction be distinguished from nanosize crystalline domains? J. Mater. Sci.: Mater. Med. 2006, 17, 1079-1087.
- 15.A. S. Posner, F. Betts, N. C. Blumenthal. Role of ATP and Mg in the Stabilization of Biological and Synthetic Amorphous Calcium Phosphates. Calc. Tiss. Int., 1976, 22, 208-212.
- 16.N. C. Blumenthal, F. Betts, A. S. Posner. Stabilization of Amorphous Calcium Phosphate by Mg and ATP. Calcif. Tiss. Res., 1977, 23, 245-250.
- 17.E. D. Eanes, I. H. Gillessen, A. S. Posner. Intermediate states in the precipitation of hydroxyapatite. Nature, 1965, 208, 365-367.
- 18.E. D. Eanes, J. D. Termine, I. U. Nylen. An Electron Microscopic Study of the Formation of Amorphous Calcium Phosphate and Its Transformation to Crystalline Apatite. Calc. Tissue. Res., 1973, 12, 143-158.
- 19.K. Onuma, A. Ito. Cluster Growth model for hydroxyapatite. Chem. Mater., 1998, 10, 3346-3351.
- 20.F. Betts, N. C. Blumenthal, A. S. Posner, G. L. Becker, A. L. Lehninger. Atomic Structure of Intracellular Amorphous Calcium Phosphate Deposits. Proc. Nat. Acad. Sci., 1975, 72, 2088-2090.
- 21.F. Betts, A. S. Posner. A structural model for amorphous. calcium phosphate. Trans. Amer. Cryst. Ass., 1974, 10, 73-84.

- 22.K. Onuma, N. Kanzaki,A. Oyane, A. Ito, K. Tsutsui,K. Tanaka, G. Treboux. Precipitation Kinetics of Hydroxyapatite Revealed by the Continuous-Angle Laser Light-Scattering Technique, *J. Phys. Chem. B* 2000, 104, 10563-10568.
- 24.C. Liu, Y. Huang, W. Shen, J. Cui. Kinetics of hydroxyapatite precipitation at pH 10 to 11. *Biomaterials*, 2001, 22, 301-306.
- 25.H. Pan, X. Y. Liu, R. Tang, H. Y. Xu. Mystery of the transformation from amorphous calcium phosphate to hydroxyapatite, *Chem. Commun.*, 2010, 46, 7415–7417.
- 26.C.-G. Wang, J.-H. Tao, J.-W. Liao, T.-L. Zhang, B.-D. Gou, K. Wang, J. Huang, R.-K. Tang. Crystallization at Multiple Sites inside Particles of Amorphous Calcium Phosphate, *CRYSTAL GROWTH & DESIGN*, 2009, 9, №6, 2620–2626.

## **9. Інформаційні ресурси**

1. [www.ccp14.ac.uk](http://www.ccp14.ac.uk)