

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет
(назва факультету)

Кафедра фізики металів



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Наноструктурні керамічні матеріали
(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань 10 Природничі науки
(шифр і назва)
спеціальність 104 - Фізика та астрономія
(шифр і назва спеціальності)
освітня програма Фізика наносистем
(за наявності) (назва спеціалізації)
освітній ступінь магістр
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
вид дисципліни обов'язкова

Форма навчання	<u>денна</u>
Навчальний рік	<u>2019/2020</u>
Семестр	<u>1</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>3</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма заключного контролю	<u>іспит</u>

Викладачі: доцент Попов Олексій Юрійович

(Науково-педагогічні працівники, які забезпечують викладання даної дисципліни у відповідному навчальному році)

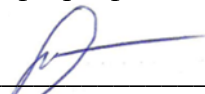
Пролонговано: на 2020/2021 н.р. _____ «__»__ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ «__»__ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2019

Розробники¹: Попов Олексій Юрійович, доктор фіз.-мат. наук, доцент кафедри фізики металів
(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО
Зав. кафедри фізики металів



(підпис)


(Макара В.А.)
(прізвище та ініціали)

Протокол № 14 від «24» квітня 2019 р.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

Протокол № 21 від «10» травня 2019 року

Голова науково-методичної комісії



(підпис)

(Оліх О.Я.)
(прізвище та ініціали)

¹ Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри (циклової комісії – для коледжів), науково-методичної комісії факультету/інституту (радї навчального закладу - коледжу), підписується завідувачем кафедри (головою циклової комісії), головою науково-методичної комісії факультету/інституту (головою ради) і затверджується заступником декана/директора інституту з навчальної роботи (заступником директора коледжу).

ВСТУП

1. Мета дисципліни – ознайомлення студента з особливостями фізичних, фізико-хімічних та механічних характеристик керамічних наноматеріалів, способами їх одержання, дослідження та можливостями використання.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Успішне опанування курсів загальної фізики таких як “Молекулярна фізика”, “Електрика і магнетизм” та спецкурсів «Фізика твердого тіла», «Кристалічна будова твердих тіл», «Механічні властивості твердих тіл».

3. Анотація навчальної дисципліни / референс:

В рамках курсу «Наноструктурні керамічні матеріали» розширюються знання студентів в напрямку фізики конденсованого стану. Основна увага приділяється особливостям методів створення та дослідження керамічних наносистем та впливу нанозерен на їхні характеристики. Навчальна задача дисципліни – ознайомлення студентів з особливостями фізичних, фізико-хімічних та механічних характеристик керамічних наноматеріалів, способами їх одержання, дослідження та можливостями використання. Фундаментальні закони та поняття, отримані під час вивчення цієї дисципліни, широко використовуються у фізиці, зокрема у фізиці конденсованого стану, є необхідними для вільного ознайомлення з науковою літературою та подальшої підготовки спеціалістів кваліфікаційного рівня “Магістр”.

Методи викладання: лекції, самостійна робота. Методи оцінювання: опитування в процесі лекції, модульні контрольні роботи, іспит. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (60%) та іспиту (40%).

4. Завдання (навчальні цілі) – освоєння студентами методів отримання, експериментального дослідження та теоретичного опису будови та властивостей наноструктурних керамічних матеріалів.

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

Інтегральних:

Здатність розв’язувати комплексні проблеми в галузі фізики наносистем, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань.

Загальних:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. (ЗК1)
- Здатність до проведення самостійних досліджень на сучасному рівні. (ЗК3)
- Здатність до пошуку, оброблення на аналізі інформації з різних джерел. (ЗК4)
- Здатність працювати в міжнародному науковому просторі. (ЗК5)

Фахових:

- Володіння принципами структурної побудови наносистем (ФК1).
- Здатність застосовувати сучасні експериментальні методи дослідження наносистем та діагностики наносистем (ФК4).
- Здатність застосовувати знання з фізики нанорозмірних нанокompatитних матеріалів та методів їх отримання (ФК11).

- Здатність застосовувати знання в галузі методів вимірювання фізичних властивостей наносистем (ФК14).

5. Результати навчання за дисципліною: (описуються з детальною достовірністю для розробки заходів оцінювання)

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	Знати основні фізико-механічні характеристики керамічних наноматеріалів, їх зв'язок із структурою та вмістом нанорозмірної складової.	Лекції, самостійна робота	Опитування в процесі лекції, модульні контрольні роботи	30
2.1	Вміти надати рекомендації щодо оптимізації структури та методики створення керамічного нанокompозиту із наперед заданими характеристиками.	Лекції, самостійна робота	Опитування в процесі лекції, модульні контрольні роботи	30

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін)

Результати навчання дисципліни	1.1	2.1
Програмні результати навчання		
ПРН 1.6. Знати методи отримання, особливості структури та властивостей аморфно-нанокристалічних сплавів.	+	
ПРН 2.7. Вміти встановлювати причинно-наслідковий зв'язок між особливостями структурно-фазового складу та електротранспортними та магнітоотранспортними властивостями нанокarбонових систем.		+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 за темами 1-4: ПРН 1.1 – 25 балів / 15 балів
2. Модульна контрольна робота 2 за темами 5-8: ПРН 1.2 – 25 балів / 15 балів
3. Опитування в процесі лекцій: РН 1.1, 1.2 – 10 балів / 6 балів

- підсумкове оцінювання у формі іспиту.

Іспит проводиться в письмовій формі. Кожен екзаменаційний білет містить два теоретичні питання з необхідністю розгорнутої відповіді. Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом за складання іспиту дорівнює 40. Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за іспит не може бути меншою 24 балів. Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 36 балів.

7.2 Організація оцінювання: (обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтовного графіку оцінювання).

Модульні контрольні роботи 1 - 2 проводяться по завершенні тематичних лекцій з Розділів 1-2 відповідно.

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

Опитування студентів в процесі лекції проводиться упродовж семестру.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

**8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ**

№ п/п	Назва теми	Кількість годин			
		лекції	семінари	лабораторні	Самостійна робота
<i>Розділ 1. Особливості фізико-механічних характеристик керамічних наноматеріалів</i>					
1	Тема 1. Лекція 1. Вступ. Переваги та недоліки керамічних матеріалів. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Особливості використання кераміки.	2			4
2	Тема 2. Лекція 2. Основні механічні характеристики кераміки. Зв'язок механічних характеристик із структурою. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Зв'язок між міцністю, тріщинотійкістю та твердістю керамічних матеріалів.	2			4
3	Тема 2. Лекція 3. Особливості еволюції механічних характеристик кераміки із високим вмістом нанорозмірної складової. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Вплив міжзеренних границь на поведінку керамічних наноматеріалів під навантаженням.	2			4
4	Тема 3. Лекція 4. Способи покращення міцності та тріщинотійкості керамічних матеріалів. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Особливості руйнування композиційних керамік.	2			4
5	Тема 3. Лекція 5. Гетеромодульні кераміки: особливості впливу включень м'якої фази на характеристики жорсткої матриці. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Розрахунок тріщинотійкості поруватої кераміки.	2			4
6	Тема 3. Лекція 6. Прогнозування тріщинотійкості та енергії руйнування гетеромодульних наноконкомпозитів. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Переваги гетеромодульних систем із графітом та нітридом бору. Підготовка до модульної контрольної роботи.	2			6
7	Тема 4. Лекція 7. Фізичні властивості керамічних наноматеріалів. Модульна контрольна робота 1 с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	2			2
<i>Розділ 2. Методи виготовлення та дослідження керамічних наноматеріалів.</i>					
8	Тема 5. Лекція 8. Основні методи консолідації керамічних шихт. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Вплив тиску та температури на рекристалізаційні процеси.	2			4
9	Тема 6. Лекція 9. Термодинамічні особливості утворення нанорозмірних зародків тугоплавких фаз з розплавів легкоплавких речовин. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Розрахунок критичного розміру зародків для різних тугоплавких фаз при температурі збудження відповідних реакцій.	2			4
10	Тема 7. Лекція 10. Фізика реакційного синтезу керамічних наноматеріалів. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Особливості прикладання тиску при рідкофазному реакційному синтезі тугоплавких матеріалів.	2			4
11	Тема 7. Лекція 11. Особливості реакційного гарячого пресування композиційних матеріалів типу наноструктурована матриця – високомодульне включення.	2			4

	с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Планування можливих реакційних систем для створення керамічних нанокомпозитів відповідної наперед заданої структури.				
12	Тема 7. Лекція 12. Реакційний синтез гетеромодульних керамічних нанокомпозитів. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Механізми зародкоутворення диборидів перехідних металів на поверхні карбідних зерен.	2			4
13	Тема 8. Лекція 13. Особливості аналізу структури керамічних наноматеріалів. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Роздільна здатність рентгенівського мікроаналізу. Підготовка до модульної контрольної роботи.	2			4
14	Тема 8 Лекція 14. Особливості визначення фізико-механічних характеристик керамічних наноматеріалів. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Модульна контрольна робота 2	4			8
	ВСЬОГО	30			60

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекцій – **30 год.**

Семінари – 0 год.

Практичні заняття – 0 год.

Лабораторні заняття – 0 год.

Тренінги – 0 год.

Консультації – 0 год.

Самостійна робота – **60 год.**

9.РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

Основна: (Базова)

1. Гнесин Г.Г. Керамические инструментальные материалы. – К.: Наукова думка, 1991. – 188с.
2. Елисеев А. А. Функциональные наноматериалы : учеб. пособие / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин ; під ред. Ю. Д. Третьякова. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 452 с.
3. Трохимчук П.П. Радіаційна фізика твердого тіла: Курс лекцій.- Луцьк: РВВ "Вежа" Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки, 2003.- 244с.
4. Наноструктурные материалы / под ред.: Р. Ханнинка, А. Хилл; пер. з англ. А. А. Шустикова. — М. : Техносфера, 2009. — 487 с.
5. Серебрякова Т.И., Неронов В.А., Пешев П.Д. Высокотемпературные бориды. М.: Metallurgia. Челябин. отделение, 1991. 368 с.
6. Третьяков Ю.Л., Пуляев В.И. Введение в химию твердофазных реакций. Москва: Наука, 2006. 402с.
7. Cherepanov G.P. Mechanics of Brittle Fracture. New York, 1979.

Додаткова:

8. C.L. Yeh, R.F. Li. Formation of $TiB_2-Al_2O_3$ and $NbB_2-Al_2O_3$ composites by combustion synthesis involving thermite reactions // Chemical Engineering Journal. – 2009. – Vol. 147. – P. 407 – 411.
9. Попов А. Ю., Чорнобук С. В., Мисник А. Ю., Маркив В. Я. Кинетика формирования тугоплавких соединений в системе $Ti-Al-B_2O_3$ // Материаловедение. – 2009. - №11. – С. 16 – 18.
10. Munro R.G. Material Properties of Titanium Diboride // J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol., No. 105, 2000. pp. 709-720.
11. Vargas-Gonzalez L., Speyer R.F. Flexural Strength, Fracture Toughness, and Hardness of Silicon Carbide and Boron Carbide Armor Ceramics // Int. J. Appl. Ceram. Technol., Vol. 7, No. 5, 2010. pp. 643-651.
12. Subramanian M.A., Tritt T.M. Thermoelectric Materials, Phenomena, and Applications: A Bird's Eye View // MRS Bulletin, Vol. 31, March 2006. pp. 188-230.
13. Jing-Feng L., Wei-Shu L., Li-Dong Z., Min Z. High-performance nanostructured thermoelectric materials // NPG Asia Mater., Vol. 2, No. 4, 2010. pp. 152–158.
14. Rice R.W., Wu C.C., Borchelt F. Hardness - Grain Size Relations in Ceramics // Journal of American Ceramic Soc., Vol. 77, No. 10, 1994. pp. 2539 - 2553.
15. Meyers M.A., Olevsky E.A., Ma J., Jamet M. Combustion synthesis/densification of an $Al_2O_3-TiB_2$ composite // Materials Science and Engineering A, No. 311, 2001. pp. 83–99.
16. Ленг Ф.Ф. Композиционные материалы. М.: Наука, 1978. 484
17. Rice R. Grain size and porosity dependence of ceramic fracture energy and toughness at 22°C // Journal of Materials Science, No. 31, 1996. pp. 1969–1983.
18. Popov O., Vishnyakov V. Fracture toughness in some hetero-modulus composite carbides: carbon inclusions and voids // Advances in Applied Ceramics, Vol. 116, 2017. pp. 61-70.