

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет
(назва факультету)

Кафедра фізики металів



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вибрані розділи фізики наноструктур
(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 вибіркова

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

Викладачі: доцент Курилюк Василь Васильович

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

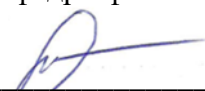
Пролонговано: на 2020/2021 н.р. [Signature] «__» __ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

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

КИЇВ – 2019

Розробник: Курилюк Василь Васильович, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри фізики металів

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)

ВСТУП

1. Мета дисципліни полягає у ознайомленні студента з фізико-хімічними основами створення наноматеріалів та їх структурою; вивчення впливу квантово розмірних ефектів на властивості речовин; ознайомитись з властивостями наноструктурованого поруватого кремнію з різними поруватістю та розмірами пор та особливостями його використання в приладах різного призначення..

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Знати основні закони та поняття з курсів загальної фізики, квантової механіки, фізики твердого тіла для освоєння теоретичних питань з курсу «Вибрані розділи фізики наноструктур».
2. Вміти застосовувати набуті раніше знання з курсів математичного аналізу, диференціальних рівнянь, математичної фізики, загальної фізики, квантової механіки, статистичної фізики, фізики твердого тіла та комп'ютерних технологій для розв'язку практичних завдань з курсу «Вибрані розділи фізики наноструктур».

3. Анотація навчальної дисципліни / референс:

В рамках курсу «Вибрані розділи фізики наноструктур» розглядаються сучасні уявлення щодо фізико-хімічних основ створення наноматеріалів та їх структури. Основна увага приділяється особливостям вивчення впливу квантово-розмірних ефектів на властивості речовин. Навчальна задача курсу - ознайомлення студентів з властивостями наноструктурованого поруватого кремнію з різними поруватістю та розмірами пор та особливостями його використання в приладах різного призначення. Методи викладання: лекції, самостійна робота. Методи оцінювання: модульні контрольні роботи, опитування в процесі лекції, іспит. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (60%) та іспиту (40%).

4. Завдання (навчальні цілі) – розвиток у студентів уявлень про фізичні явища і процеси в низькорозмірних структурах, зумовлені розмірним ефектом та великою питомою площею поверхні.

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**:

інтегральної:

- 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 пошуку, оброблення на аналізі інформації з різних джерел. (ЗК4);
- здатність використовувати професійно-профільовані знання в галузі фізики (ЗК6);

спеціальних (фахових, предметних):

- володіння принципами структурної побудови наносистем (ФК1).
- володіння принципами функціональної побудови наносистем (ФК2).
- володіння методами створення наносистем. (ФК3).
- здатність застосовувати знання теорій опису фізичних властивостей наносистем різних типів (ФК5).
- здатність застосовувати знання з фізики наноструктурних металевих систем та тонких плівок (ФК9);

- здатність застосовувати знання з фізики нанорозмірних нанокompозитних матеріалів та методів їх отримання (ФК11).

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	Оволодіння знаннями про методи отримання та властивості поверхневих наноструктур.	Лекції, самостійна робота	Опитування в процесі лекції, модульна контрольна робота	20
2.1	Вміння визначати основні структурні характеристики поруватого кремнію.	Лекції, самостійна робота	Опитування в процесі лекції, модульна контрольна робота	20

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

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2
	Програмні результати навчання	
ПРН 1.2. Основи професійної та корпоративної етики;	+	
ПРН 1.5. Знати методики визначення координат атомів в елементарній комірниці, функцій радіального розподілу електронів та атомів, їх використання для дослідження наносистем;		+
ПРН 1.6. Знати методи отримання, особливості структури та властивостей аморфно-нанокристалічних сплавів.	+	
ПРН 1.9. Знати основи фізики нерівноважних відкритих систем;		+

7. Схема формування оцінки.

Курс складається з 2-х змістових модулів: «*Методи отримання та властивості поверхневих наноструктур*», який включає в себе 9 лекцій та «*Формування та основні структурні характеристики поруватого кремнію*», який складається з 6 лекцій.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 за темами 1-9: РН 1.1 – 25 балів / 15 балів
2. Модульна контрольна робота 2 за темами 10-15: РН 2.1 – 25 балів / 15 балів
3. Опитування під час лекцій: РН 1.1, 2.1 – 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

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

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 проводяться по завершенні тематичних лекцій.

Опитування студентів в процесі лекцій 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, СЕМІНАРСЬКИХ І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин			
		лекції	семінари	лабораторні	Самостійна робота
Частина 1. Методи отримання та властивості поверхневих наноструктур					
1	Тема 1. Вступ. Структурні рівні конденсованого стану. Електронні стани в атомі водню. Особливості наноструктури. Зерна, шари, включення та пори в консолідованих матеріалах. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	2			4
2	Тема 2. Структура наноматеріалів. Зерна, шари, включення та пори в консолідованих матеріалах. Дефекти, поверхні поділу. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	2			4
3	Тема 3. Квантові низько-розмірні системи. Квантові закони руху електронів. Фізичні основи формування квантових структур. Двовимірний електронний газ і його властивості. Надгратки. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	2			4
4	Тема 4. Поверхневі наноструктури. Розмірні ефекти. Поверхневі фази. Гетеродифузія і формування поверхневих фаз. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	2			4
5	Тема 5. Формування наноструктурних шарів. Отримання поверхневих фаз. Побудова фазових діаграм. Формування двокомпонентних поверхневих фаз. Електрофізичні властивості поверхневих фаз на силіції. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	2			4
6	Тема 6. Методи отримання поверхневих наноструктур. Молекулярно-променева епітаксія. Осадження плівок з металоорганічних сполук. Хімічне збирання поверхневих наноструктур. Отримання поверхневих фаз методом твердофазної епітаксії. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	2			4
7	Тема 7. Енергетичний спектр електронних станів у квантових нитках і квантових точках. Густина станів в електронних системах різної розмірності. Енергетичний спектр електронних станів у квантових нитках і квантових точках. Квантова інженерія: самоорганізовані квантові точки. Механізми росту. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	2			4
8	Тема 8. Квантоворозмірні ефекти. Найпростіші види низько розмірних об'єктів. Квантова нить. Квантова яма. Квантова точка. Енергетичний спектр 3D-електронного газу. Енергетичний спектр 2D-електронного газу. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Підготовка до модульної контрольної роботи.	2			4
9	Тема 9. Основні методи синтезу нанокompозитів. Електронний газ в квантовій нитці (1D-газ). Електронний газ в квантовій точці (0D-газ). Приклади впливу квантово розмірних ефектів на властивості речовини. Модульна контрольна робота 1 с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	2			2
Частина 2. Формування та основні структурні характеристики поруватого кремнію					
10	Тема 10. Поруватий кремній - модельний об'єкт для дослідження властивостей наноструктурних матеріалів та	2			4

	перспективний матеріал для використання в приладах різного призначення. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.				
11	Тема 11. Методи синтезу та механізми формування поруватого кремнію. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	2			4
12	Тема 12. Морфологія та структура шарів поруватого кремнію. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	2			4
13	Тема 13. Хімічний склад поруватого кремнію. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	2			4
14	Тема 14. Оптичні властивості нанокompозитів на основі поруватого кремнію. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	2			4
15	Тема 15. Використання поруватого кремнію в біомедицині та сенсоричі. Модульна контрольна робота №2. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	2			6
	ВСЬОГО	30			60

Загальний обсяг 90 год.¹, 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.**

¹ Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА²:

Основна: (Базова)

1. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Нанотруктурные материалы - М.: «Академия», 2005. - 192 с.
2. А.П. Шпак, Ю.А. Куницький, С.Ю. Смик. Екситоніка низкорозмірних ситем. – Київ, 2004. – 128 с.
3. Лозовский В. Н., Константинова Г. С. , Лозовский С. В. Нанотехнология в электронике. Введение в специальность. — СПб. Издательство «Лань», 2008.- 336 с.
4. Properties of Porous Silicon / Ed. L. Canham. - DERA: Malvern,UK, 1997. 405 p.
5. Cullis A.G., Canham L.T., Calcott P.D.J. The structural and luminescence properties of porous silicon // J.Appl.Phys.- 1997- 82, № 3.- P.909-965.
6. Головань Л. А., Тимошенко В. Ю., Кашкаров П. К. Оптические свойства нанокмозитов на основе пористых систем // УФН. – 2007 – 177. С 619–638.
7. Тимошенко В. Ю., Кудрявцев А.А. и др. Кремниевые нанокристаллы как фотосенсибилизаторы активного кислорода для биомедицинских применений // Письма в ЖЭТФ. – 2006 – 83, № 9.- С 492–495.

Додаткова:

1. Свечников С.В., Саченко А.В., Сукач Г.А. и др. Светоизлучающие слои пористого кремния: получение, свойства и применение (обзор) // Оптоэл. и полупр. техн.- 1994, вып.27.- С.3-29.
2. Лабунов В.А., Бондаренко В.П., Борисенко В.Е. Пористый кремний в полупроводниковой электронике // Зарубежная электронная техника.- 1978.- М.: ЦНИИ “Электроника”.- 1978.- 48 с.
3. Smith R.L. and Collins S.D. Porous silicon formation mechanism // J.Appl.Phys.- 1992.- 71, №8.- P.R1-R22.

² В тому числі Інтернет ресурси