

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра фізики металів



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Наноструктурні матеріали

для студентів

галузь знань 10 Природничі науки
спеціальність 104 Фізика та астрономія
освітній ступінь Бакалавр
освітня програма Фізика
спеціалізований
вибірковий блок Фізика металів
вид дисципліни Вибіркова *ВК10*

Форма навчання денна
Навчальний рік 2021/2022
Семестр восьмий
Кількість кредитів ECTS 4
Мова викладання, навчання та оцінювання українська
Форма заключного контролю іспит

Викладачі: проф. Семенко Михайло Петрович

Пролонговано: на 2022/2023 н.р. *(signature)* «20» 28 2022 р.
(підпис, ПІБ, дата)

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

КИЇВ – 2021

Розробник: Семенько Михайло Петрович, професор, доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри фізики металів.

ЗАТВЕРДЖЕНО
Зав. кафедри фізики металів


(підпис)

(Курилюк В.В.)
(прізвище та ініціали)

Протокол № 11 від «10» червня 2021 р.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

Протокол № 4 від «22» червня 2021 року

Голова науково-методичної комісії


(підпис)

(Оліх О.Я.)

ВСТУП

1. Мета дисципліни – ознайомити студентів з сучасними проблемами, що супроводжують новий напрямок наукових досліджень у фізиці – нанофізики, та критично розглянути основні фактори, що визначають особливі властивості наноструктурованого стану, його взаємозв'язок з електронною та атомною структурами та їх вплив на властивості матеріалів.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Знати основні закони та поняття з курсів загальної фізики, термодинаміки та статистичної фізики, елементи квантової механіки для освоєння та вільного орієнтування в основних проблемах фізики наносистем.

2. Вміти застосовувати набуті раніше знання з курсів математичного аналізу, аналітичної геометрії, математичної фізики, загальної фізики, квантової механіки, термодинаміки та статистичної фізики для розв'язку практичних задач з курсу.

3. Володіти елементарними навичками пошуку та опрацювання спеціалізованої літератури, розв'язку алгебраїчних і диференціальних рівнянь, побудови та аналізу графічних залежностей.

3. Анотація навчальної дисципліни: В рамках курсу «Наноструктурні матеріали» висвітлюються сучасні проблеми, що виникають при переході систем різного типу в нанорозмірний стан та подальший розвиток теоретичних та практичних засад для вивчення різних властивостей матеріалів з акцентуванням на наноструктурований стан. Розглядаються сучасні експериментальні результати та уявлення про кристалічну будову твердих наноматеріалів, розглядаються їх особливості механічних, теплових, електронних, електричних, магнітних та оптичних властивостей твердих тіл, проводиться ознайомлення основними теоретичними моделями для опису властивостей при переході до «нанорозмірного» стану. Результатом навчання є оволодіння знаннями про структуру та фізичні властивості нанорозмірних твердих тіл. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (60%) та іспиту (40%).

4. Завдання (навчальні цілі) – ознайомлення студентів з основними фізичними та геометричними аспектами, що обумовлюють особливості властивостей наноструктур, та визначення основних проблемних питань, що виникають при переході систем до нанорозмірного стану, їх експериментальний прояв на термодинамічних, оптичних, електричних, магнітних та механічних властивостях.

Згідно вимог Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОПП "Фізика", спеціалізований вибірковий блок «Фізика металів»), дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних *компетентностей*:

інтегральної:

- 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 комплексністю та невизначеністю умов.

загальних:

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

фахових:

- ФК1. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

- ФК2. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.
- ФК3. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.
- ФК7. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.
- ФК13. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.

5. Результати навчання за дисципліною:

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

<i>Результат навчання</i> (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність*)		<i>Методи викладання і навчання</i>	<i>Методи оцінювання</i>	<i>Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни</i>
<i>Код</i>	<i>Результат навчання</i>			
1.1	Отримання знань з теорії впливу нанорозмірності на загальні особливості наноструктур. Отримання знань, щодо конкретного впливу нанорозмірності на фізичні властивості.	<i>Лекції, самостійна робота, лабораторні роботи</i>	<i>Модульна контрольна робота, поточне опитування, захист лабораторних робіт, захист завдань для самостійного опрацювання, семестрове оцінювання у формі іспиту</i>	50
1.2	Отримання знань щодо дифракції рентгенівських променів на твердих тілах та дифракції рентгенівських променів на нанорозмірних структурах.	<i>Лекції, самостійна робота, лабораторні роботи</i>	<i>Модульна контрольна робота, захист лабораторних робіт, захист завдань для самостійного опрацювання, семестрове оцінювання у формі іспиту</i>	50

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

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2
Програмні результати навчання		

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

ПРН1. Знати, розуміти та вміти застосовувати 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 8 фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та астрономії.	+	+
ПРН13. 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.	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Контрольна робота 1 за темами 1-4: РН 1.1 – 22 балів / 8 балів
2. Контрольна робота 2 за темою 5: РН 1.2 – 22 балів / 8 балів
3. Усне опитування та захист завдань для самостійного опрацювання – 6 балів / 2 бали
3. Лабораторні роботи : – 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 60. Для отримання позитивної оцінки, оцінка за іспит не може бути меншою 36 балів. Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 24 бали. Студент допускається до екзамену за умови підготовки реферату за обраною тематикою.

7.2 Організація оцінювання:

Модульні контрольні роботи 1 - 2 проводяться по завершенні тематичних лекцій. Захист звітів лабораторних робіт та усне опитування, доповіді по завданням для самостійного опрацювання проводяться 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

№ теми	НАЗВА ТЕМИ	Кількість годин		
		лекції	лабораторні	Самост. робота.
Змістовий модуль 1.				
I. Наноматеріали та нанофізика, основні етапи становлення.				
1.1.	Предмет та задачі курсу. Формування та основні етапи розвитку нанотехнологій	1		4
1.2.	Наноматеріали, області їх застосування, та класифікація	1		4
Особливості фізичних властивостей наноматеріалів				
3.	Розмірні ефекти	2		4
4.	Структурні та фазові перетворення. Термодинаміка наноматеріалів	2		4
5.	Структура нанокристалічних частинок. Структура кластерів.	1	3	4
6.	Структурні перетворення під дією тиску та температури. Залежність температури топлення від розміру частинок. Параметри кристалічної комірки.	3	3	5
7.	Фононний спектр і термічні властивості: фононний спектр, теплоємність, температура Дебая, коефіцієнт термічного розширення.	2		5
8.	Оптичні властивості.	2		4
9.	Електричні та магнітні властивості. Вплив наноструктурованості на механічні властивості.	2	2	5
	Модульна письмова робота	1		2
Змістовий модуль 2.				
Основні типи наноматеріалів та їх властивості				
10.	Металічні безлігандні кластери. Кластери лужних металів та срібла.	2	2	4
11.	Металічні безлігандні кластери. Кластери алюмінію, ртуті та перехідних металів.	1		4
12.	Металічні лігандні кластери.	2		4
13.	Наночастинки, нанопорошки та області їх застосування.	1	2	4
14.	Вуглецеві наноматеріали. Графен. Фулерени. Нанотрубки.	2		4
15.	Плівкові системи.	2	2	4
16.	Компактовані наноматеріали.	1		4
17.	Композиційні наноматеріали.	1		4
	Модульна письмова робота	1		2
	Всього	30	14	75

Загальний обсяг год. -**120**, в тому числі:

Лекцій – **30** год.

Лабораторні роботи – **14** год.

Консультації – **1** год.

Самостійна робота - **75** год.

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

а) основні:

1. В.В. Погосов, Ю.А. Куницький, А.В. Бабіч, А.В. Коротун, А.П. Шпак. Нанофізика і нанотехнології. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2011. – 380 с.
2. А.П. Шпак, Ю.А. Куницький, В.Л. Карбовський. Кластерные и наноструктурированные материалы. Т.1, К.: Академперіодикп, 2001. – 588 с.
3. K. Goser, P. Glösekötter, J. Dienstuhl. Nanoelectronics and Nanosystems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. 2004. – 278 p.
4. Петров Ю.И. Физика малых частиц. М.: Наука, 1984, 360 с.
5. Ковтун Г.П., Вереvкин А.А. Наноматериалы: технологии и материаловедение: Обзор. - Харьков: ННЦ ХФТИ, 2010. - 73 с.

б) додаткові:

1. Новиков Л.С., Воронина Е.Н. Перспективы применения наноматериалов в космической технике. – М. Университетская книга. – 2008. – 188 с.
2. Пул Ч., Оуенс Ф. Нанотехнологии.// М: Техносфера. 2005. 336 с.
3. А.И. Гусев. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.:«Физматлит», 2005, 416 с.
4. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. Уч. пособие. М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 117 с.
5. Суздалев И. П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. – М.: КомКнига, 2006. –592 с.
6. Р. А. Андриевский. Наноматериалы: концепция и современные проблемы // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И.Менделеева), 2002, т. XLVI, №5 С. 50 -56.
7. В.Г. Удовицкий. О терминологии, стандартизации и классификации в области нанотехнологий и наноматериалов. ФІП ФІП PSE, 2008, т. 6, № 3-4, vol. 6, No. 3-4. – С.193-201,
8. Г.Н. Макаров. Кластерная температура. Методы ее измерения и стабилизации// УФН. – 2008. – Т.178, №4. – С. 337-376.,
9. И. Д. Морохов, В.И. Петинов, Л.И. Трусков, В.Ф. Петрунин. Структура и свойства металлических частиц // УФН. – 1981. – Т.133, №4. – С. 653-692.
10. И.П. Суздалев, П. И. Суздалев. Нанокластеры и нанокластерные системы. Организация, взаимодействия, свойства. // Успехи химии. – 2001. – Т.70. №3. – С. 203-240.