

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет  
(назва факультету)

Кафедра фізики металів



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ<sup>1</sup>**

Науковий семінар за спеціальністю

для студентів

галузь знань 10 Природничі науки  
(шифр і назва)  
спеціальність 104 Фізика та астрономія  
(шифр і назва спеціальності)  
освітній ступінь магістр  
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)  
освітня програма Фізика наносистем  
(назва освітньої програми)  
вид дисципліни вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	третій,
четвертий	
Кількість кредитів ECTS	6
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	<u>залік</u>

Викладачі: завідувач кафедри Курилюк Василь Васильович

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)


на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2021

<sup>1</sup> Робоча програма навчальної дисципліни є нормативним документом вищого навчального закладу і містить виклад конкретного змісту навчальної дисципліни, послідовність, організаційні форми її вивчення та їх обсяг, визначає форми та засоби поточного і підсумкового контролю.

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

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Зав. кафедри фізики металів

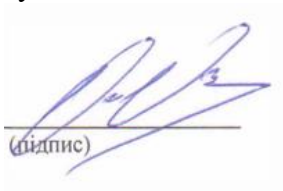
 — (Курилюк В.В.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

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.)  
(прізвище та ініціали)

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – формування у студентів узагальнюючих уявлень із фізики наносистем через комплекс знань, наближених до тем магістерського наукового дослідження, сформувані підходи щодо методології сучасних науково-практичних досліджень, фахового застосовування теоретичних знань в професійній діяльності, підготовки до комплексного іспиту з фізики для магістрів.

### **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. Знати основні постулати класичної та релятивістської механіки і спеціальної теорії відносності; системи рівнянь для опису процесу гомогенного зародкоутворення в бінарних системах; фізичні принципи роботи лазерів; характеристики лазерного випромінювання; правила відбору для внутрішньозонних оптичних переходів в квантових ямах.
2. Вміти роботи презентацію магістерської роботи; чітко відповідати на питання, що виносяться до комплексного державного іспиту з фізики; орієнтуватись в питаннях сучасної фізики.
3. Володіти уявленнями про фізичні явища і процеси в низькорозмірних структурах, зумовлені розмірним ефектом та великою питомою площею поверхні.

### **3. Анотація навчальної дисципліни / референс:**

В рамках курсу «Науковий семінар за спеціальністю» розглядаються сучасні підходи експериментального дослідження і фундаментальні питання фізики суцільних середовищ та систем багатьох частинок, а також формування та основні фізичні характеристики наноструктур. Мета вивчення дисципліни – ознайомити студентів з сучасними досягненнями в області фізики наноструктур, а саме в дослідженні структури та властивостей наноструктур. Методи викладання: семінари. Методи оцінювання: опитування під час занять, усні доповіді студентів, залік. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (60%) та заліку (40%).

**4. Завдання (навчальні цілі)** – підготовка студентів до представлення магістерських робіт до захисту на екзаменаційній комісії та підготовці питань, що виносяться на комплексний іспит.

Згідно вимог 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 складні задачі і проблеми дослідницького та інноваційного характеру у фізиці та астрономії.

Загальних:

- ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК03. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК04. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

Фахових:

- СК01. Здатність використовувати закони та принципи фізики у поєднанні із потрібними математичними інструментами для опису природних явищ.

- СК02. Здатність формулювати, аналізувати та синтезувати рішення наукових проблем в області фізики.
- СК12. Здатність застосовувати теорії опису фізичних властивостей наносистем різних типів.

**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 сучасними фізичними підходами до опису властивостей суцільних середовищ та систем багатьох частинок.	Семінари	Опитування під час занять, Усні доповіді студентів	30
2.1	Оволодіння сучасними методами формування наноструктурного стану речовини та засвоєння основних фізичних властивостей твердотільних наноматеріалів.	Семінари	Опитування під час занять, Усні доповіді студентів	30

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

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2
	Програмні результати навчання	
РН01. Використовувати концептуальні та спеціалізовані знання і розуміння актуальних проблем і досягнень обраних напрямів сучасної теоретичної і експериментальної фізики для розв'язання складних задач і практичних проблем.	+	+
РН02. Проводити експериментальні та теоретичні дослідження з фізики та астрономії, аналізувати отримані результати в контексті існуючих теорій, робити аргументовані висновки (включаючи оцінювання ступеня невизначеності) та пропозиції щодо подальших досліджень.		+
РН05. Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних явищ, об'єктів і процесів.	+	
РН10. Відшукувати інформацію і дані, необхідні для розв'язання складних задач фізики, використовуючи різні джерела, зокрема, наукові видання, наукові бази даних тощо, оцінювати та критично аналізувати отримані інформацію та дані.		
РН15. Планувати наукові дослідження з урахуванням цілей та обмежень, обирати ефективні методи дослідження, робити обґрунтовані висновки за результатами дослідження.		

**7. Схема формування оцінки.**

**7.1 Форми оцінювання студентів:**

- семестрове оцінювання:

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

1. Опитування під час занять, підготовка доповідей з фізики наносистем – 60 балів / 36 балів

**- підсумкове оцінювання у формі заліку.**

Залік проводиться в письмовій формі. Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом під час заліку дорівнює 40. Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за залік не може бути меншою 24 балів. Студент не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше ніж 36 балів.

**7.2. Організація оцінювання:**

Опитування студентів, усні доповіді студентів під час занять проводиться упродовж семестру.

**7.3. Шкала відповідності оцінок**

<b>Зараховано / Passed</b>	<b>60-100</b>
<b>Не зараховано / Fail</b>	<b>0-59</b>

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

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції, семінари	лабораторні	Самостійна робота
<b>Розділ 1. Фундаментальні питання фізики суцільних середовищ та систем багатьох частинок</b>				
1	<b>Тема 1.</b> Методи аналітичного опису механічних систем. Порівняльний аналіз механіки Ньютона, Лагранжа, Гамільтона. АЧП. Електронні стани в атомі водню. Особливості наноструктури. Постулати класичної та релятивістської механіки і спеціальна теорія відносності. <b>с.р.с.</b> Підготовка доповідей з фізики наносистем за темою наукового дослідження.	4		8
2	<b>Тема 2.</b> Основні моделі та методи аналітичного опису в механіці суцільних середовищ. Рівняння синергетики. Динамічні змінні. Особливі точки та їх класифікація на прикладі систем з двома ступенями вільності. Біфуркації. Застосування термодинамічного методу досліджень у фізиці. <b>с.р.с.</b> Підготовка доповідей з фізики наносистем за темою наукового дослідження.	4		8
3	<b>Тема 3.</b> Основні положення фізики фазових переходів. Функції розподілу Максвелла-Больцмана, Фермі-Дірака, Бозе-Ейнштейна та приклади їх використання. <b>с.р.с.</b> Підготовка доповідей з фізики наносистем за темою наукового дослідження.	4		8
4	<b>Тема 4.</b> Електромагнітна взаємодія в фізичних явищах. Мікроскопічні та макроскопічні рівняння електродинаміки. Фізична природа нелінійно-оптичних явищ. Приклади таких явищ. Когерентні та стиснуті стани електромагнітного поля випромінювання. Походження дробового шуму. <b>с.р.с.</b> Підготовка доповідей з фізики наносистем за темою наукового дослідження.	4		8
5	<b>Тема 5.</b> Методи квантово-механічного опису систем багатьох частинок: адіабатичне наближення, метод самоузгодженого поля Хартрі-Фока. Основні рівняння релятивістської квантової механіки: рівняння Клейна-Гордона-Фока, Дірака, Паулі. <b>с.р.с.</b> Підготовка доповідей з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів.	4		8
6	<b>Тема 6.</b> Фізичні принципи роботи лазерів. Характеристики лазерного випромінювання. Режими роботи лазерів. Спектр випромінювання лазерів різних типів. Механізми розширення спектральних ліній та їх контури. Контури Лоренцо, Гауса, Фогта. Доповіді з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів. <b>с.р.с.</b> Підготовка доповідей з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів.	4		8

7	<p><b>Тема 7.</b> Кластерний розпад – новий вид радіоактивності. Подвійний бета-розпад. Маса нейтрино. Осциляції сонячних нейтрино. Сучасні концепції фізики елементарних частинок та їх експериментальна перевірка. Доповіді з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів.</p> <p><b>с.р.с.</b> Підготовка доповідей з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів.</p>	6		12
<b>Частина 2. Формування та основні фізичні характеристики наноструктур</b>				
8	<p><b>Тема 8.</b> Структура та властивості аморфних сплавів. Аморфно-нанокристалічні сплави. Методи отримання сплавів в аморфному стані, методи дослідження аморфних сплавів. Методи керованого наноструктурування. Деградація характеристик наноматеріалів в результаті опромінення нейтронами та <math>\gamma</math>-квантами. Радіаційностійкі та радіаційнопоглинаючі матеріали, їх властивості. Доповіді з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів.</p> <p><b>с.р.с.</b> Підготовка доповідей з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів.</p>	4		8
9	<p><b>Тема 9.</b> Гомогенне та гетерогенне зародкоутворення в однокомпонентних системах. Радіус критичного зародка, робота утворення критичного зародка. Кристалізація бінарних сплавів. Радіус критичного зародка та робота утворення критичного зародка в бінарній системі при гомогенному та гетерогенному зародкоутворенні. Формування наноструктури під час інтенсивної пластичної деформації. Електроімпульсне плазмове спікання нанопорошків. Вплив структурних дефектів на процес руйнування металів та керамік. Рівняння стану твердого тіла в наближенні Дебая. Доповіді з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів.</p> <p><b>с.р.с.</b> Підготовка доповідей з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів.</p>	4		8
10	<p><b>Тема 10.</b> Система рівнянь для розрахунку основних характеристик процесу кристалізації бінарних сплавів та узагальнення для випадку багатоконпонентних систем. Аналіз особливостей процесу кристалізації для модельних бінарних сплавів з різним типом діаграм стану. Критерії “легкої” аморфізації для бінарних сплавів. Визначення диференціального та повного поперечних перерізів взаємодії випромінювань з напівпровідниками. Доповіді з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів.</p> <p><b>с.р.с.</b> Підготовка доповідей з фізики наносистем за темою наукового дослідження.</p>	4		8
11	<p><b>Тема 11.</b> Структура та властивості аморфних сплавів. Аморфно-нанокристалічні сплави. Методи отримання сплавів в аморфному стані, методи дослідження аморфних сплавів. Методи керованого наноструктурування. Деградація характеристик наноматеріалів в результаті опромінення нейтронами та <math>\gamma</math>-квантами. Радіаційностійкі та радіаційнопоглинаючі матеріали, їх властивості. Доповіді з поточних результатів наукового магістерського дослідження.</p>	4		8

	<b>с.р.с.</b> Підготовка доповідей з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів. Підготовка доповідей з фізики наносистем за темою наукового дослідження.			
12	<b>Тема 12.</b> Екситонний механізм поглинання світла в напівпровідниках. Оцінка середнього значення енергії первинно зміщеного атома при нейтронному опроміненні напівпровідника. Спектральна залежність та метод визначення квантового виходу фотоіонізації в напівпровідниках. Каскадна модель утворення вторинних зміщень в напівпровідниках. Рівняння лінії солідуса і ліквідуса для ідеального розчину. Рівняння стану Грюнайзена для твердого тіла. Ідеальні розчини. Закон Рауля. Концентраційна залежність ентропії та енергії змішування в ідеальних бінарних розчинах. Доповіді з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів. Доповіді з поточних результатів наукового магістерського дослідження. <b>с.р.с.</b> Підготовка доповідей з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів. Підготовка доповідей з фізики наносистем за темою наукового дослідження.	4		8
13	<b>Тема 13.</b> Загальна класифікація нанорозмірних вуглецевих структур. Оболонкові вуглецеві структури. Кристалічні структури з оболонкових вуглецевих молекул. Фулерити C <sub>60</sub> та C <sub>70</sub> . Кристалічна структура фулеритів. Структурні фазові переходи в фулеритах. Доповіді з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів. Доповіді з поточних результатів наукового магістерського дослідження. <b>с.р.с.</b> Підготовка доповідей з фізики наносистем за темою наукового дослідження.	4		8
14	<b>Тема 14.</b> Структура одностінних вуглецевих нанотрубок. Хіральні та ахіральні вуглецеві нанотрубки, індекси хіральності. Регулярні розчини. Основні термодинамічні функції для бінарних регулярних розчинів. Доповіді з поточних результатів наукового магістерського дослідження. <b>с.р.с.</b> Підготовка доповідей з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів. Підготовка доповідей з фізики наносистем за темою наукового дослідження.	6		12
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>60</b>		<b>120</b>

Примітка: слід зазначити теми, винесені на самостійне вивчення

**Загальний обсяг 180 год.<sup>1</sup>**, в тому числі:

Лекцій – 0 год.

Семінари – 60 год.

Практичні заняття – 0 год.

Лабораторні заняття – 0 год.

Тренінги – 0 год.

Консультації - \_\_\_ год.

Самостійна робота - 120 год.

<sup>1</sup> Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.



## 9.РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА<sup>2</sup>:

### *Основна: (Базова)*

1. Bhushan B., Luo D., Schricker S.R., Sigmund W., Zauscher S. Handbook of Nanomaterials Properties - Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014. - 1464 p. [бібліотека кафедри]
2. Боровий М.О., Куницький Ю.А., Курилюк В.В. Вступ до наноелектроніки. – К.: «Кафедра», 2013. – 256 с. [бібліотека кафедри]
3. Заячук Д. М. Нанотехнології і наноструктури. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. – 580 с. [НБУ ім. В.І. Вернадського]
4. Zhang B. Physical Fundamentals of Nanomaterials. – Glyn Jones, 2018. – 474 p. [бібліотека кафедри]
5. Савченко І. О. Нанохімія та нанотехнології: підручник. – К. : Київський університет, 2019. – 447 с. [НБУ ім. В.І. Вернадського]
6. Gaol F.L., Shrivastava K., Akhtar J. Recent Trends in Physics of Material Science and Technology. - Springer Singapore Heidelberg New York Dordrecht London, 2015. XII. – 352 p. [бібліотека кафедри]

### *Додаткова:*

1. Лозовский В. Н., Константинова Г. С. , Лозовский С. В. Нанотехнология в электронике. Введение в специальность. — СПб. Издательство «Лань», 2008.- 336 с.
2. А.П. Шпак, Ю.А. Куницький, С.Ю. Смик. Екситоніка низкорозмірних систем. – Київ, 2004. – 128 с.
3. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Нанотруктурные материалы - М.: «Академия», 2005. - 192 с.

---

<sup>2</sup> В тому числі Інтернет ресурси