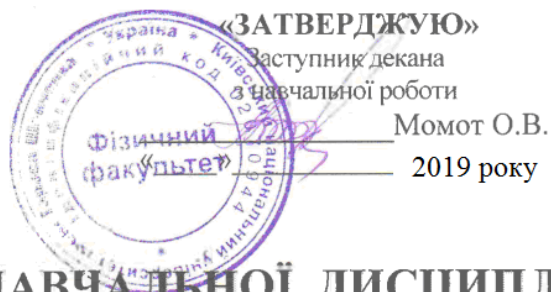


**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА  
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра фізики металів



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Сучасні проблеми в фізиці наносистем  
для студентів**

галузь знань 10 Природничі науки  
спеціальність 104 Фізика та астрономія  
освітній ступінь магістр  
освітня програма Фізика наносистем  
вид дисципліни Вибіркова

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

Викладач: професор Семенько Михайло Петрович

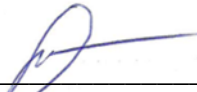
Пролонговано: на 20~~20~~/20~~21~~ н.р.  (підпис, ПІБ, дата) «\_\_»\_\_ 20\_\_ р.

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

**КИЇВ – 2019**

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

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Зав. кафедри фізики металів

  
\_\_\_\_\_  
(підпис)

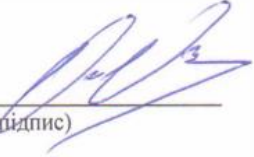
(Макара В.А.)  
(прізвище та ініціали)

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** – ознайомити магістрів 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 «Сучасні проблеми фізики наносистем» 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. Методи викладання: лекції, самостійна робота. Методи оцінювання: модульні контрольні роботи, опитування в процесі лекції, іспит.

**4. Завдання (навчальні цілі)** – знати основні фізичні та геометричні аспекти, що обумовлюють особливості наноструктурованих систем; знати основні проблемні питання, що виникають при переході систем до нанорозмірного стану, їх експериментальний прояв (термодинаміка, оптичні, електричні, магнітні та механічні властивості) та теоретичне обґрунтування цих процесів; основні типи наноструктурних систем.

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 нанокомпозитних матеріалів та методів їх отримання (ФК11).

#### 5. Результати навчання за дисципліною:

| Результат навчання<br>(1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність) |  | Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання | Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності) | Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни |
|---|--|--|--|--|
| Код   | Результат навчання   |  |  |  |
| 1.1   | <i>Знати основні фізичні та геометричні аспекти, що обумовлюють особливості наноструктурованих систем.</i> | <i>Лекції, самостійна робота</i>                         | <i>Опитування в процесі лекцій, модульна контрольна робота</i>       | 30   |
| 1.2   | <i>Знати основні типи наноструктурованих матеріалів та систем.</i>   | <i>Лекції, самостійна робота</i>                         | <i>Опитування в процесі лекцій, модульна контрольна робота</i>       | 30   |

#### 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

| 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 комірці, 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.

##### 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 10-17: РН 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.

Опитування студентів в процесі лекцій проводиться упродовж семестру.

### **7.3 Шкала відповідності оцінок**

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

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій

| № теми  | НАЗВА ТЕМИ   | Кількість годин |             |                  |
|---|--|-----------------|-------------|------------------|
|   |  | лекції          | лабораторні | Самоств. робота. |
| <b>Змістовий модуль 1.</b>  |  |                 |             |                  |
| <b>Наноматеріали та їх місце в загальній схемі нанотехнологій</b> |  |                 |             |                  |
| 1.  | Предмет та задачі курсу. Формування та основні етапи розвитку нанотехнологій   | 1               |             | 2                |
| 2.  | Наноматеріали, області їх застосування, та класифікація  | 1               |             | 2                |
| <b>Особливості фізичних властивостей наноматеріалів</b>           |  |                 |             |                  |
| 3.  | Розмірні ефекти  | 2               |             | 4                |
| 4.  | Структурні та фазові перетворення. Термодинаміка наноматеріалів  | 2               |             | 4                |
| 5.  | Структура нанокристалічних частинок. Структура кластерів.  | 1               |             | 2                |
| 6.  | Структурні перетворення під дією тиску та температури. Залежність температури топлення від розміру частинок. Параметри кристалічної комірки. | 3               |             | 6                |
| 7.  | Фононний спектр і термічні властивості: фононний спектр, теплоємність, температура Дебая, коефіцієнт термічного розширення.                  | 2               |             | 4                |
| 8.  | Оптичні властивості.   | 2               |             | 4                |
| 9.  | Електричні та магнітні властивості. Вплив наноструктурованості на механічні властивості.   | 2               |             | 4                |
|   | Модульна письмова робота   | 1               |             | 2                |
| <b>Змістовий модуль 2.</b>  |  |                 |             |                  |
| <b>Основні типи наноматеріалів та їх властивості</b>              |  |                 |             |                  |
| 10.   | Металічні безлігандні кластери. Кластери лужних металів та срібла.   | 2               |             | 4                |
| 11.   | Металічні безлігандні кластери. Кластери алюмінію, ртуті та перехідних металів.  | 1               |             | 2                |
| 12.   | Металічні лігандні кластери.   | 2               |             | 4                |
| 13.   | Наночастинки, нанопорошки та області їх застосування.  | 1               |             | 2                |
| 14.   | Вуглецеві наноматеріали. Графен. Фулерени. Нанотрубки.   | 2               |             | 4                |
| 15.   | Плівкові системи.  | 2               |             | 4                |
| 16.   | Компактовані наноматеріали.  | 1               |             | 2                |
| 17.   | Композиційні наноматеріали.  | 1               |             | 2                |
|   | Модульна письмова робота   | 1               |             | 2                |
|   | Всього   | 30              |             | 60               |

Загальний обсяг год. - **90**, в тому числі:

Лекцій – **30** год.

лабораторні заняття – **0** год.

Самостійна робота - **60** год.

## 9. Рекомендовані джерела:

### а) основні:

1. Пул Ч., Оуенс Ф. Нанотехнологии.// М: Техносфера. 2005. 336 с.
2. А.И. Гусев. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.:«Физматлит», 2005, 416 с.
3. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. Уч. пособие. М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 117 с.
4. Петров Ю.И. Физика малых частиц. М.: Наука, 1984, 360 с.
5. Суздалев И. П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. – М.: КомКнига, 2006. –592 с.
6. И.П. Суздалев, П. И. Суздалев. Нанокластеры и нанокластерные системы. Организация, взаимодействия, свойства. // Успехи химии. – 2001. – Т.70. №3. – С. 203-240.
7. Ковтун Г.П., Веревкин А.А. Наноматериалы: технологии и материаловедение: Обзор. - Харьков: ННЦ ХФТИ, 2010. - 73 с.
8. В.В. Погосов, Ю.А. Куницкий, А.В. Бабіч, А.В. Коротун, А.П. Шпак. Нанофізика і нанотехнології. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2011. – 380 с.
9. А.П. Шпак, Ю.А. Куницкий, В.Л. Карбовский. Кластерные и наноструктурированные материалы. Т.1, К.: Академперіодикп, 2001. – 588 с.

### б) додаткові:

1. Новиков Л.С., Воронина Е.Н. Перспективы применения наноматериалов в космической технике. – М. Университетская книга. – 2008. – 188 с.
2. 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.
3. В.Г. Удовицкий. О терминологии, стандартизации и классификации в области нанотехнологий и наноматериалов. ФП ФИП PSE, 2008, т. 6, № 3-4, vol. 6, No. 3-4. – С.193-201,
4. Г.Н. Макаров. Кластерная температура. Методы ее измерения и стабилизации// УФН. – 2008. – Т.178, №4. – С. 337-376.,
5. И. Д. Морохов, В.И. Петин, Л.И. Трусов, В.Ф. Петрунин. Структура и свойства металлических частиц // УФН. – 1981. – Т.133, №4. – С. 653-692.