

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Фізичний факультет
(назва факультету)

Кафедра загальної фізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана
з навчальної роботи
Момот О.В.
« ____ » _____ 2019 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ¹

Спеціальний науковий семінар з фізики наноструктур в металах та кераміках
(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань 10 Природничі науки
(шифр і назва)
спеціальність 104 Фізика та астрономія
(шифр і назва спеціальності)
освітній рівень магістр
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
освітня програма Фізика
(назва освітньої програми)
спеціалізація Фізика наноструктур в металах та кераміках
(за наявності) (назва спеціалізації)
вид дисципліни обов'язкова

| | |
|---|-------------------|
| Форма навчання | <u>очна</u> |
| Навчальний рік | <u>2019/2020</u> |
| Семестр | <u>4</u> |
| Мова викладання, навчання та оцінювання | <u>українська</u> |
| Форма заключного контролю | <u>залік</u> |

Викладачі: професор Коротченков Олег Олександрович

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

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

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

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

КИЇВ – 2019

¹ 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.

Розробник²: Коротченко Олег Александрович, доктор фіз.-мат. наук, професор,
професор кафедри загальної фізики
(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри _____

(підпис)

(Боровий М.О.)
(прізвище та ініціали)

Протокол № 10 від 7 травня 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)

« _____ » _____ 2019 року

² Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри (циклової комісії – для коледжів), науково-методичної комісії факультету/інституту (раді 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 – дати студентам узагальнююче уявлення із фізики наноструктур в металах та кераміках через систему знань, наближених до тем магістерського наукового дослідження, сформувані погляди на методологію сучасних науково-практичних досліджень, фахово застосовувати теоретичні знання, набуті упродовж навчання в професійній діяльності, підготуватися до комплексного державного іспиту з фізики для магістрів.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Знати

основні питання фізики низькорозмірних структур, зокрема: загальні положення фізики наноструктур в металах та кераміках; основні сучасні уявлення нанокompatитних нанотехнологій, застосування керамічних та металевих наносистем у практичних пристроях;

2. Вміти

самостійно працювати з джерелами навчальної та наукової інформації; самостійно навчатися і опанувати нові знання з фізики наноструктур та суміжних галузей; логічно і послідовно формулювати основні закономірності фізики наноструктур в металах та кераміках;

3. Володіти

базовими навичками самостійного пошуку потрібної інформації в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань фізики наноструктур в металах та кераміках;

3. Анотація навчальної дисципліни / референс:

«Спеціальний науковий семінар з фізики наноструктур в металах та кераміках» є складовою частиною циклу фундаментальних і професійно-орієнтованих дисциплін підготовки фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем "магістр" спеціалізації "Фізика наноструктур в металах та кераміках". Дисципліна завершує цикл підготовки фахівців і має на меті набуття практичних навичок із проведення наукових досліджень та їх представлення перед широкою аудиторією.

Метою вивчення дисципліни є надання студентам узагальнююче уявлення про фізику наноструктур в металах та кераміках через систему знань, наближених до тем магістерського наукового дослідження, сформувані погляди на методологію сучасних науково-практичних досліджень, фахово застосовувати теоретичні знання набуті упродовж навчання в професійній діяльності, підготуватися до комплексного державного іспиту з фізики для магістрів.

Навчальна задача курсу полягає в оволодінні сутністю наукового дослідження в області фізики наноструктур в металах та кераміках та здатністю правильно формулювати об'єкт, предмет і завдання наукового дослідження; правильно аналізувати дані магістерського наукового дослідження; навчити студентів заглиблюватись в конкретну наукову тему, представляти її аудиторії, вміти відстоювати набути знання і відповідати на запитання..

Результати навчання полягають в умінні застосовувати набуті знання у представленні результатів наукового дослідження та питань з фізики, які виносяться на комплексний іспит за спеціальністю «104 Фізика та астрономія». Метод викладання: семінари.

Методи оцінювання: опитування в процесі проведення семінарських занять, підготовка доповідей з фізики наноструктур в металах та кераміках за темою наукового дослідження, з поточних результатів наукового магістерського дослідження, з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (60%) та заліку (40%).

4. Завдання (навчальні цілі) – ознайомлення студентів з фізичними основами функціонування низькорозмірних напівпровідникових систем та основами напівпровідникових нанотехнологій.

Згідно вимог проекту Стандарту вищої освіти України (другий (магістерський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Фізика», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОНП «Фізика наноструктур в металах та кераміках») дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних **компетенностей**:

Інтегральних:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та комплексні проблеми у процесі навчання із застосуванням сучасних теорій та процесів дослідження наноструктур із використанням комплексу методів.

Загальних:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу **(ЗК1)**.
- Навички використання новітніх інформаційних і комунікаційних технологій **(ЗК2)**.
- 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)**.
- Здатність використовувати професійно-профільовані знання в галузі фізики **(ЗК6)**.

Фахових:

- Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації, розробка і впровадження інформаційних систем у фізиці наноструктур **(ФК3)**.
- Здатність застосовувати знання теорій опису фізичних властивостей наноструктур **(ФК4)**.
- Здатність застосовувати знання основ напівпровідникової наноелектроніки **(ФК5)**.
- Здатність застосовувати знання оптичних та фотоелектричних явищ в наноструктурах. **(ФК6)**.
- Здатність застосовувати знання з фізики наноструктурних металевих систем та тонких плівок **(ФК7)**.
- Здатність застосовувати знання з фізики аморфних та наноструктурних металевих систем **(ФК8)**.
- Здатність застосовувати знання з фізики керамічних наноматеріалів **(ФК9)**.
- Здатність застосовувати знання методів отримання керамічних наноматеріалів **(ФК10)**.
- Здатність застосовувати знання з фізики конструкційних матеріалів **(ФК11)**.
- Здатність застосовувати знання в галузі методів вимірювання фізичних властивостей наноструктур **(ФК12)**.

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 | Знання основ методології та організації наукових досліджень, основ інтелектуальної власності (ПРН 1.1). | семінари | Модульна контрольна робота | 20 |

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

| | | | | |
|-----|---|----------|----------------------------|----|
| 2.1 | Вміння оцінювати точність основних експериментальних методів (ПРН 2.1). | семінари | Доповідь на семінарі | 5 |
| 2.2 | Вміння встановлювати зв'язки між характеристиками конденсованих середовищ, їх будовою та фізичними процесами в них (ПРН 2.3). | семінари | Модульна контрольна робота | 5 |
| 3.1 | Володіння здатністю презентувати результати своїх досліджень на наукових конференціях, семінарах, практично використовувати іноземну мову (в першу чергу - англійську) у науковій діяльності (ПРН 3.1). | семінари | Доповідь на семінарі | 20 |
| 3.2 | Володіння здатністю формулювати висновки фізичних досліджень у формі, що відповідає можливостям сприйняття не спеціалістів (ПРН 3.2). | семінари | Доповідь на семінарі | 10 |

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

| Результати навчання дисципліни | 1.1 | 1.2 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.4 | 2.5 | 2.6 |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Програмні результати навчання | | | | | | | | |
| ПРН 1.1. Знання основ методології та організації наукових досліджень, основ інтелектуальної власності. | + | + | + | + | + | + | + | + |

7. Структура курсу

Курс складається з 2-х змістових модулів: «Розділи фізики наноструктур в металах та кераміках за темою наукового дослідження», який включає в себе 7 семінарів та «Результати наукового магістерського дослідження», який складається з 7 семінарів.

8. Схема формування оцінки:

8.1 Форми оцінювання студентів: (зазначається перелік видів робіт та форм їх контролю / оцінювання із зазначенням *Min.* – рубіжної та *Max.* кількості балів чи відсотків)

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 (18 балів-30 балів).
2. Модульна контрольна робота 2 (18 балів-30 балів).

- підсумкове оцінювання у формі заліку

Підсумкове оцінювання у формі заліку³:

| | ЗМ1/Частина 1 (за наявності) | ЗМ2/Частина 2 (за наявності) | залік | Підсумкова оцінка |
|-----------------|------------------------------|------------------------------|-----------|-------------------|
| <i>Мінімум</i> | <u>18</u> | <u>18</u> | <u>24</u> | <u>60</u> |
| <i>Максимум</i> | <u>30</u> | <u>30</u> | <u>40</u> | <u>100</u> |

у випадку комплексного екзамену слід вказати питому вагу складових

³ Семестрову кількість балів формують бали, отримані студентом у процесі теоретичного засвоєння матеріалу з усіх розділів дисципліни, семінарських занять, виконання практичних, лабораторних, індивідуальних, підсумкових контрольних робіт, творчих робіт впродовж семестру, передбачених робочою навчальною програмою (100 балів - для залікових дисциплін, у випадку, якщо дисципліна завершується екзаменом, то розподіл здійснюється за таким алгоритмом: 60 балів (60%) – семестровий контроль і 40 балів (40%) – екзамен).

Студент не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше 36 балів.⁴

(слід чітко прописати умови, які висуваються викладачами даної дисципліни).

Оцінка за залік не може бути меншою **24 балів** для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

8.2 Організація оцінювання: *(обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням, у тому числі, результатів навчання, опанування яких перевіряється конкретним оцінюванням).*

Шкала відповідності

| | |
|--|--------|
| Відмінно / Excellent | 90-100 |
| Добре / Good | 75-89 |
| Задовільно / Satisfactory | 60-74 |
| Незадовільно з можливістю повторного складання / Fail | 35-59 |
| Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни / Fail | 0-34 |
| Зараховано / Passed | 60-100 |
| Не зараховано / Fail | 0-59 |

⁴ У випадку, коли дисципліна завершується екзаменом не менше – **20 балів**, а рекомендований мінімум **не менше 36 балів**, оскільки якщо студент на екзамені набрав менше **24 балів** (а це 60% від 40 балів, відведених на екзамен), то вони **не додаються** до семестрової оцінки незалежно від кількості балів, отриманих під час семестру, а в екзаменаційній відомості у графі «результуюча оцінка» переноситься лише кількість балів, отриманих під час семестру.

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

| № п/п | Назва теми | Кількість годин | | |
|--|---|------------------|-------------|-------------------|
| | | лекції, семінари | лабораторні | Самостійна робота |
| Частина 1. Розділи фізики наноструктур в металах та кераміках за темою наукового дослідження. | | | | |
| 1 | Тема 1. Мікромеханіка композитів на основі полімерна матриця-нановключення типу SiC. с.р.с. Підготовка доповідей з фізики наноструктур в металах та кераміках за темою наукового дослідження. | 2 | | 4 |
| 2 | Тема 2. Пружні властивості металевих нанокompозитів. с.р.с. Підготовка доповідей з фізики наноструктур в металах та кераміках за темою наукового дослідження. | 2 | | 4 |
| 3 | Тема 3. Розрахунок дефекто-залежних властивостей кремнієвих наноструктур. с.р.с. Підготовка доповідей з фізики наноструктур в металах та кераміках за темою наукового дослідження. | 2 | | 4 |
| 4 | Тема 4. Теплопровідність нанокompозитів. с.р.с. Підготовка доповідей з фізики наноструктур в металах та кераміках за темою наукового дослідження. | 2 | | 4 |
| 5 | Тема 5. Основні фізичні властивості нанокерамічних матеріалів. с.р.с. Підготовка доповідей з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів. | 2 | | 4 |
| 6 | Тема 6. Доповіді з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів. с.р.с. Підготовка доповідей з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів. | 2 | | 4 |
| 7 | Тема 7. Доповіді з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів. с.р.с. Підготовка доповідей з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів. Підготовка до модульної контрольної роботи 1. | 2 | | 6 |
| | Контрольна робота 1 | 1 | | |
| Частина 2. Результати наукового магістерського дослідження. | | | | |
| 8 | Тема 8. Доповіді з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів. с.р.с. Підготовка доповідей з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів. | 2 | | 4 |
| 9 | Тема 9. Доповіді з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів. с.р.с. Підготовка доповідей з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів. | 2 | | 4 |
| 10 | Тема 10. Доповіді з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів. с.р.с. Підготовка доповідей з фізики наноструктур в металах та кераміках за темою наукового дослідження. | 2 | | 4 |

| | | | | |
|----|--|-----------|--|-----------|
| 11 | Тема 11. Доповіді з поточних результатів наукового магістерського дослідження. с.р.с. Підготовка доповідей з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів. Підготовка доповідей з фізики наноструктур в металах та кераміках за темою наукового дослідження. | 2 | | 4 |
| 12 | Тема 12. Доповіді з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів. Доповіді з поточних результатів наукового магістерського дослідження. с.р.с. Підготовка доповідей з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів. Підготовка доповідей з фізики наноструктур в металах та кераміках за темою наукового дослідження. | 2 | | 5 |
| 13 | Тема 13. Доповіді з питань, винесених на комплексний іспит для магістрів. Доповіді з поточних результатів наукового магістерського дослідження. с.р.с. Підготовка доповідей з фізики наноструктур в металах та кераміках за темою наукового дослідження. | 2 | | 5 |
| 14 | Тема 14. Доповіді з поточних результатів наукового магістерського дослідження. с.р.с. Підготовка до підсумкової контрольної роботи. | 2 | | 4 |
| | <i>Підсумкова модульна контрольна робота</i> | 1 | | |
| | ВСЬОГО | 30 | | 60 |

Примітка: слід зазначити теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг 90 год.⁵, в тому числі:

Лекцій – 0 год.

Семінари – 30 год.

Практичні заняття – 0 год.

Лабораторні заняття – 0 год.

Тренінги – 0 год.

Консультації - ___ год.

Самостійна робота - 60 год.

Питання, винесені на комплексний іспит для магістрів

1 модуль

1. Методи аналітичного опису механічних систем. Порівняльний аналіз механіки Ньютона, Лагранжа, Гамільтона.
2. Закони збереження та їх зв'язок з фундаментальними властивостями простору і часу.
3. Динаміка поступального і обертального руху твердого тіла.
4. Явища переносу (дифузія, в'язкість, теплопровідність).
5. Основні положення фізики фазових переходів.
6. Функції розподілу Максвела-Больцмана, Фермі-Дірака, Бозе-Ейнштейна.
7. Основні закони термодинаміки. Умови термодинамічної рівноваги.
8. Нерівноважні процеси в системі багатьох частинок. Одночастинкова функція розподілу. Кінетичне рівняння Больцмана.
9. Електромагнітна взаємодія. Мікроскопічні та макроскопічні рівняння електродинаміки.
10. Електромагнітні хвилі. Хвильове рівняння. Плоскі та сферичні хвилі. Поляризація електромагнітних хвиль. Стоячі хвилі.

2 модуль

⁵ Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

11. Взаємодія світла з речовиною: поглинання, пружне та непружне розсіяння, люмінесценція.
12. Дифракція світла і рентгенівського проміння: прояви і застосування.
13. Будова атомних оболонок. Механічні та магнітні моменти. Періодична таблиця елементів.
14. Нульові коливання вакууму. Зсув Лемба.
15. Основні рівняння квантової механіки: рівняння Шредінгера, Дірака, Паулі.
16. Методи квантового опису систем багатьох частинок: адіабатичне наближення, метод Хартрі-Фока.
17. Квазічастинки в фізиці: фонони, поляритони, екситони, плазмони, магнони.
18. Фізичні принципи роботи лазерів. Характеристики лазерного випромінювання.
19. Фізична модель Всесвіту. Великий вибух та еволюція Всесвіту. Утворення елементарних частинок та хімічних елементів.
20. Елементарні частинки: лептони, мезони, баріони. Частинки та античастинки. Сильна взаємодія та структура адронів.
21. Кварки та глюони, їх основні характеристики. Кваркова структура баріонів та мезонів.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА⁶:

Основна: (Базова)

1. Стеченко Д.М. та ін. Методологія наукових досліджень: Підручник. – К.: Знання, 2005. – 309 с.
2. Гридчин В.А., Драгунов В.П., Неизвестный И.Г. Основы нанoeлектроники: Учебное пособие. – М.: Физматкнига, 2006. – 496 с.
3. Шпак А.П., Куницький Ю.А., Коротченко О.О., Смик С.Ю. Квантові низькорозмірні системи. – Київ: Академперіодика, 2003. – 312 с.
4. Борисенко В.Е., Воробьева А.И., Уткина Е.А. Нанoeлектроника: Учебное пособие, в 3-х частях. – Минск: БГУИР, 2004. – 205 с.
5. Шевченко В.Г. Основы физики полимерных композиционных материалов: Учебное пособие для студентов по специальности «Композиционные наноматериалы». – М: Изд-во МГУ, 2010. – 98 с.
6. Горбар Е.В., Шарпов С.Г. Основы фізики графену: Навчальний посібник. – Київ: Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України, 2013. – 118 с.
7. Шпак А.П., Лисов В.І., Куницький Ю.А., Цареградська Т.Л. Термодинаміка металів та сплавів: Навчальний посібник. – Київ: Академперіодика, 2002. – 70 с.
8. Шпак А.П., Лисов В.І., Куницький Ю.А., Цареградська Т.Л. Кристалізація та аморфізація металевих систем. Навчальний посібник. – Київ: Академперіодика, 2002. – 208 с.
9. <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/117395/10-Guzhevskii.pdf?sequence=1>

Додаткова:

1. Suib S. L. A review of nanoceramic materials for use in ceramic matrix composites. 2017. https://www.researchgate.net/publication/311584406_A_Review_of_Nanoceramic_Materials_for_Use_in_Ceramic_Matrix_Composites
2. Datta S. Electronic transport in mesoscopic physics. Cambridge Univ. Press, 1995, 377 p.
3. Строшио М., Дутта М. Фононы в наноструктурах. М.: Физматлит. 2006, 320 с.
4. Александров Е.Б., Вершовский А.К. Современные радиооптические методы квантовой магнитометрии. Успехи физических наук. 2009, Т. 179, С. 605-637.
5. Дмитриев А.С. Введение в нанотеплофизику. М.: БИНОМ, 2015. – 792 с.
6. <http://vlp.com.ua/node/2785>
7. http://me.kpi.ua/downloads/Poplavko_Nanophysics_2012.pdf

⁶ В тому числі Інтернет ресурси