

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 *В.Б.2.4*

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: професор Семенко Михайло Петрович

Пролонговано: на 2023/2024 н.р. *(signature)* «31» 08 2023 р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 2024/2025 н.р. *(signature)* «07» 06 2024 р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 2025/2026 н.р. *(signature)* «23» 05 2025 р.

КИЇВ – 2022

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

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри фізики металів



(підпис)

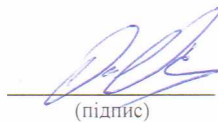
(Курилук В.В.)
(прізвище та ініціали)

Протокол № 8 від «20» травня 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

Протокол № 11 від «10» червня 2022 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 магнетизм та фізику нанокристалічних магнетиків, засвоєння фізичних принципів формування магнітних характеристик магнетиків та експериментальних методів фізики магнетизму, ознайомлення з галузями практичного застосування нанокристалічних магнетиків.

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 в фізиці наносистем» висвітлюються сучасні проблеми основи класичного магнетизму та вплив на магнітні властивості наноструктурованого стану. За мету дисципліни поставлено ознайомити студентів з фізичними принципами формування магнітного впорядкування в твердих тілах та закономірностями взаємодії між магнітними моментами мікроскопічних та макроскопічних об'єктів. Навчальна задача курсу полягає в оволодінні методами опису магнітних властивостей речовин і засвоєнні теоретичних засад методів досліджень магнітних характеристик твердих тіл та у визначенні ролі нанорозмірного стану у формуванні цих характеристик. Методи викладання: лекції, консультації. Методи викладання: лекції, самостійна робота. Методи оцінювання: модульні контрольні роботи, опитування в процесі лекції, іспит.

4. Завдання (навчальні цілі) – освоєння студентами методів експериментального дослідження та теоретичного опису властивостей речовин з різними видами магнітного впорядкування та різної розмірності, засвоєння теоретичних засад та методів керування магнітними характеристиками наноматеріалів. Результати навчання полягають в умінні кваліфіковано описувати магнітні явища в конденсованих середовищах, пояснювати механізми впливу зовнішніх магнітних та електромагнітних полів на тверді тіла, орієнтуватись у шляхах керування параметрами магнітних матеріалів.

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**:

інтегральної:

- Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми дослідницького та інноваційного характеру у фізиці та астрономії.

загальних:

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. (ЗК1).
- Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. (ЗК2).
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. (ЗК3).
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. (ЗК4).

фахових:

- Здатність використовувати закони та принципи фізики у поєднанні із потрібними математичними інструментами для опису природних явищ.(СК1).
- Здатність формулювати, аналізувати та синтезувати рішення наукових проблем в області фізики. (СК2).
- Здатність сприймати новоздобуті знання в області фізики та астрономії та інтегрувати їх із уже наявними, а також самостійно опановувати знання і навички, необхідні для розв'язання складних задач і проблем у нових для себе деталізованих предметних областях фізики та астрономії й дотичних до них міждисциплінарних областях. (СК5).
- Здатність застосовувати теорії опису фізичних властивостей наносистем різних типів. (СК12).

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (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	Знати джерела магнетизму мікроскопічних та макроскопічних об'єктів, види та характер взаємодій між магнітними моментами, області застосування та вимоги до параметрів магнітних матеріалів.	Лекції, самостійна робота	Опитування в процесі лекцій, модульна контрольна робота	20
1.2	Вміти описувати магнітні явища в конденсованих середовищах, кваліфіковано пояснювати механізми впливу зовнішніх полів на тверді тіла, орієнтуватись у шляхах керування параметрами магнітних матеріалів, добирати необхідний комплекс експериментальних методик для з'ясування природи взаємодій, що визначають магнітні властивості твердого тіла.	Лекції, самостійна робота	Опитування в процесі лекцій, модульна контрольна робота	20

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

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.		+	+
РН04. Обирати і використовувати відповідні методи обробки та аналізу даних фізичних досліджень і оцінювання їх достовірності.		+	
РН07. Оцінювати новизну та достовірність наукових результатів з обраного напрямку фізики, оприлюднених у формі публікації чи усної доповіді.			+

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.	+	+
РН25. Знати методи отримання та особливості структури наносистем, а також вміти встановлювати причинно-наслідковий зв'язок між особливостями їхнього складу та властивостей.	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 за темами 1-9: РН 1.1 – 15 балів / 9 балів
2. Модульна контрольна робота 2 за темами 10-17: РН 1.2 – 15 балів / 9 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 60. Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за іспит не може бути меншою 36 балів. Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 24 балів.

7.2 Організація оцінювання:

Модульні контрольні роботи 1 - 2 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

№ п/п	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	семінари	С/Р
Частина 1 «Основи класичного магнетизму»				
1	Вступ. Тема 1. Ядерний та атомний магнетизм Магнітні моменти елементарних частинок, ядер та атомів. Статична магнітна сприйнятливість систем слабо взаємодіючих часток та сильно скорельованих систем.	2		4
2	Тема 2. Основні властивості феромагнетиків. Теорія молекулярного поля Вейсса та його природа. Модель Гейзенберга-Френкеля та модель Ізінга. Температурна залежність намагніченості та сприйнятливості. Точка Кюрі	2		4
3	Тема 3. Види обмінної взаємодії. Пряма обмінна взаємодія. Непрямий обмін у феродіелектриках. Обмін через електрони провідності. s-d модель Вонсовського. Критерій феромагнетизму металів та феродіелектриків.	2		4
4	Тема 4. Антиферомагнетизм. Модель Нееля. Температурна залежність намагніченості антиферомагнетика. Точка Нееля. Кристалографічні особливості та магнітні властивості феритів.	2		4
5	Тема 5. Феримагнетизм. Теорія феромагнетизму Нееля. Кристалографічні особливості та магнітні властивості феритів.	2		4
6	Тема 6. Інші види магнітного упорядкування. Слабкий феромагнетизм (модель Дзялошинського). Гелімагнетизм та інші види неколінеарних магнітних структур. Спінове скло та його основні характеристики	2		4
7	Тема 7. Поведінка магнітних домішок в немагнітних матрицях.	2		4
	Модульна контрольна робота 1	1		2
Частина 2 «Магнітні характеристики аморфних та нанокристалічних матеріалів »				
8	Тема 8. Магнітна анізотропія. Природа та види магнітної анізотропії. Температурна залежність констант магнітної анізотропії	2		4
9	Тема 9. Доменна структура. Рівноважний розмір магнітного домена. Види доменних стінок. Розрахунок рівноважної товщини доменної стінки. Однодоменні частинки та їх властивості..	2		4
10	Тема 10. Суперпарамагнетизм	2		4
11	Тема 11.Намагніченість нанокластерів та наноструктур. Квантове магнітне тунелювання..	2		4
12	Тема 12. Гігантський магнітоопір. Квантовий ефект Холла..	2		4
13	Тема 13. Особливості магнітних фазових переходів в наноструктурах та аморфних системах	2		4
14	Тема 14. Прикладні застосування магнетиків. Вимоги до параметрів магнітних матеріалів.	2		4
	Модульна контрольна робота 2	1		2
	ВСЬОГО	30		60

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекцій – 30 год.

Самостійна робота - 60 год

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

Основна:

1. J.M.D. Coey. *Magnetism and Magnetic Materials*. – Cambridge, Cambridge University Press, 2010. – 614 p.
2. Chikazumi, S. *Physics of ferromagnetism*. Oxford: Oxford University Press, 1997. 654 p.
3. Кондир А. І. *Наноматеріалознавство і нанотехнології*. Навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2016. 452 с.
4. О.І. Товстоли́ткін, М.О. Боровий, В.В. Курилюк, Ю.А. Куницький. *Фізичні основи спінтроніки. Навчальний посібник*. – Вінниця, Нілан-ЛТД, 2014. – 500 с.
5. M. Getzlaff. *Fundamentals of Magnetism*. – Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 2008. – 387 p.
6. J.P. Liu, E. Fullerton, O. Gutfleish, D.J. Sellmyer. *Nanoscale Magnetic Materials and Applications*. – Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 2009. – 720 p.

Додаткова:

1. N.A. Spaldin. *Magnetic Materials: Fundamentals and Applications*. – Cambridge, Cambridge University Press, 2011. – 274 p.
2. А.П. Шпак, Ю.А. Куницький, М.І. Захаренко, А.С. Волощенко. *Магнетизм аморфних та нанокристалічних систем*. – Київ: Академперіодика, 2003 – 208 с.
3. A.P. Guimaraes. *Principles of Nanomagnetism*. – Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 2008. – 222 p.
4. А.М. Погорілий, С.М. Рябченко, О.І. Товстоли́ткін. *Спінтроніка. Основні явища. Тенденції розвитку* – УФЖ. Огляди, 2010, т. 6, №1, С. 37–97 (http://www.ujp.bitp.kiev.ua/files/reviews/6/1/r06_01_03pu.pdf).