

# КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра математики та теоретичної радіофізики

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник декана з навчальної роботи

\_\_\_\_\_ Наталія ГОРБОВЦОВА

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Наномагнетизм**

**для студентів**

рівень вищої освіти

**другий (магістерський)**

галузь знань

**10 Природничі науки**

спеціальність

**105 Прикладна фізика та наноматеріали**

освітня програма

**Прикладна фізика та наноматеріали**

вид дисципліни

**вибіркова**

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2023/2024

Семестр

3

Кількість кредитів ECTS

4

Мова викладання

українська

Форма заключного контролю

екзамен

### **Викладач:**

Денис ШЕКА, доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри математики та теоретичної радіофізики.

Пролонговано:

на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ) « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.  
на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ) « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КИЇВ-2023**

**Розробники:**

Денис ШЕКА, доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри математики та теоретичної радіофізики.

**«ЗАТВЕРДЖЕНО»**

Завідувач кафедри математики

та теоретичної радіофізики

\_\_\_\_\_ Володимир ВИСОЦЬКИЙ

Протокол № \_\_ від « \_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № \_\_ від « \_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

Голова науково-методичної комісії

Сергій РАДЧЕНКО

« \_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року.

## ВСТУП

**1. Мета навчальної дисципліни «Наномагнетизм»** — ознайомлення студентів з основними ідеями і методами сучасної фізики магнетизму. Курс «Фізика магнетизму» є важливою складовою підвищення фундаментальної підготовки та вдосконалення їх умінь на старших курсах в області магнетизму. Окрім того, курс є складовою прикладної підготовки в області прикладної фізики.

### **2. Попередні вимоги для вивчення навчальної дисципліни:**

До вивчення дисципліни «Наномагнетизм» необхідно пройти підготовку бакалавра з прикладної фізики.

**3. Анотація навчальної дисципліни:** Навчальна дисципліна складається з двох частин. У першій частині курсу «Основи магнетизму» наводиться огляд основних ідей, вводяться поняття магнітних взаємодій, розглядаються поняття про типи магнетизму, вводяться рівняння магнітного моменту, розглядаються основні стани, спінові хвилі, доменна структура.

У другій частині курсу «Сучасний магнетизм» розглядаються методи спостереження магнітних структур. Проводиться огляд різноманітних топологічних станів: розглядаються одновимірні, двовимірні і тривимірні магнітні солітони. Розглядаються особливості наномагнетиків, спін-залежні явища в магнетиках.

### **4. Завдання (навчальні цілі):**

- надати основні теоретичні відомості курсу «Наномагнетизм», які складають важливу частину загально-фізичної та інженерної підготовки студента-магістра за спеціальністю «Прикладна фізика та наноматеріали».

- простежити взаємозв'язок об'єктів досліджень «Наномагнетизм» з іншими компонентами підготовки; продемонструвати застосування теоретичних відомостей до розв'язання практичних задач;

- застосування знань, умінь, навичок і комунікацій у професійній діяльності, розвиток логічного та аналітичного мислення студентів;

- прищепити вміння розв'язувати прикладні задачі методами теоретичної фізики.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

*Загальні компетентності:*

- ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

- ЗК 5. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

- ЗК 10. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

- ЗК 14. Навики здійснення безпечної діяльності.

*Фахові компетентності:*

- ФК 5. Здатність брати участь у розробці схем фізичних експериментів та обранні необхідного обладнання та пристроїв для проведення експерименту.

- ФК 11. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання для опису фізичних об'єктів, пристроїв та процесів.

**5. Результати навчання.** У результаті вивчення дисципліни «Наномагнетизм» студент отримає підготовку, достатню для подальшого навчання за освітньою програмою, самостійного вивчення необхідної наукової літератури, вирішення типових задач, що потребують використання методів та знань у галузі електродинаміки.

Код	Результат навчання	Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
<b>1</b>	<b>знати:</b>	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 50
1.1	основні поняття та методи фізики	лекційні заняття	письмові модульні	

	магнетизму		контрольні роботи	
2	<b>вміти:</b>	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 50
2.1	Застосовувати основні поняття та методи фізики магнетизму до розв'язування фізичних задач	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	

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

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни	
	1.1	2.1
ПРН 1. Глибокі знання в галузі сучасної прикладної фізики і фізики наноматеріалів.	+	+
ПРН 3. Знання сучасних обчислювальних та інформаційних технологій	+	+
ПРН 7. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, приладів і наукоємних технологій	+	+
ПРН 12. Інтерпретувати науково-технічну інформацію	+	+
ПРН 16. Організувати результативну роботу індивідуально і як член команди	+	+

## 7. Схема формування оцінки

**7.1. форми оцінювання:** рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових контрольних робіт і за результатами виконання самостійних завдань. Вклад результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні і успішної здачі всіх модульних контрольних робіт наступний:

- результати навчання 1.1 [знання] до 50 %;
- результат навчання 2.1 [вміння] – до 50%;

**семестрове оцінювання:** у навчальному семестрі передбачено проведення двох письмових контрольних робіт за матеріалом лекційних занять (МКР-1 і МКР-2). Модульна контрольна роботи зараховується, якщо студент за даний модуль набрав не менше 18 балів. За кожен модульну контрольну роботу нараховується максимум по 30 балів. По результатах семестрового оцінювання студент може отримати до 60 балів. Умови допуску до іспиту: студент повинен мати зарахованими всі модульні контрольні роботи та набрати під час семестру не менше за 36 балів.

**підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Білет заліку складається із 2 питань, кожне питання оцінюється по 20 балів. Всього за залік можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, оцінка за залік не може бути меншою 24 бали.

**Умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання студентом сумарно не менше, аніж критично-розрахунковий мінімум 36 балів за семестр. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум 36 балів, для одержання допуску до заліку обов'язково повинні написати на необхідну порогову кількість балів додаткову контрольну роботу.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

## 7.2. Організація оцінювання

Оцінювання за формами контролю:

Семестрова робота	Кількість балів	
	Min — 36	Max — 60
Модульна контрольна робота 1	18	30
Модульна контрольна робота 2	18	30

Орієнтований графік оцінювання:

Форма оцінювання	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Модульна контрольна робота 1	квітень
Модульна контрольна робота 2	травень
Добір балів/додаткова контрольна робота	травень-червень
Залік	червень

Розрахунок балів, які отримують при успішній здачі заліку:

Значення	Змістовні модулі	Залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	36	24	60
Максимум	60	40	100

### 7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Відмінно / Excellent	90-100%
Добре / Good	75-89%
Задовільно / Satisfactory	60-74%
Незадовільно / Failed	0 -59%

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ теми	Назва лекції (тема практичного заняття)	Кількість годин	
		Лекції	Сам. робота
Змістовий модуль №1 «Основи магнетизму»			
1.	Магнітні взаємодії	2	4
2.	Магнітні властивості металів	3	6
3.	Обмінна взаємодія	3	6
4.	Релятивістські взаємодії в магнетиках	3	6
5.	Рівняння руху магнітного моменту	3	6
6.	Спінові хвилі в феромагнетиках	3	6
7.	Доменна структура феромагнетиків	3	6
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>20</b>	<b>40</b>
Змістовий модуль №2 «Низьковимірний магнетизм та наномагнетизм»			
8.	Спостереження магнітних структур	2	4
9.	Спостереження магнітних структур. Методи з часовим розділенням	2	4
10.	Магнітні солітони. Одновимірні солітони	3	6
11.	Двовимірні і тривимірні магнітні солітони	2	4
12.	Наномагнетики і наномагнетизм	3	6
13.	Вихори в наномагнетиках	2	4
14.	Спін-залежні динамічні явища в феромагнетиках	3	6
15.	Криволінійний магнетизм	3	6
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>20</b>	<b>40</b>

Загальний обсяг **120** год., в тому числі:  
 Лекції **40** год.  
 Самостійна робота **80** год.

## **9. Рекомендована література:**

### **Основні джерела:**

- [1] Веб-сторінка курсу: <http://ritm.knu.ua/ua/nanomagnetism/>
- [2] J. Stöhr and H. C. Siegmann, Magnetism: From Fundamentals to Nanoscale Dynamics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006.
- [3] I. Akhiezer and V. G. Bar'yakhtar and S. V. Peletminskii, Spin waves. – Amsterdam: North-Holland, 1968.
- [4] Д. Д. Шека, Основи магнетизму: Методичний посібник для студентів – К.: КНУ, 2012, 74 с.

### **Додаткові джерела:**

- [5] Веб-сторінка курсу: <https://hub.knu.ua/course/view.php?id=233>
- [6] A. Hubert and R. Schafer, Magnetic domains: the analysis of magnetic microstructures, Springer-Verlag, 2000.
- [7] A. Aharoni, Introduction to the theory of Ferromagnetism, Oxford University Press, 1996.
- [8] О. В. Третяк, В. А. Львов, О. В. Барабанов, Фізичні основи спінової електроніки, К., 2002.
- [9] Denny D. Tang, Yuan-Jen Lee, "Magnetic Memory: Fundamentals and Technology", Cambridge University Press, 2010
- [10] Alberto P. Guimaraes, "Principles of Nanomagnetism", Series: NanoScience and Technology, Springer, 2009.
- [11] Sellmyer, D., Skomski, R. Advanced Magnetic Nanostructures, Springer, 2006. J. Stöhr and H. C. Siegmann, Magnetism: From Fundamentals to Nanoscale Dynamics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006.