

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра електрофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи

_____ Наталія ГОРБОВЦОВА

« ____ » _____ 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Спін-хвильова електродинаміка

для студентів

рівень вищої освіти

другий (магістерський)

галузь знань

10 Природничі науки

спеціальність

105 Прикладна фізика та наноматеріали

освітня програма

2018 Радіофізика та електроніка

вид дисципліни

вибіркова

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2022/2023

Семестр

3

Кількість кредитів ECTS

3

Мова викладання

українська

Форма заключного контролю

залік

Викладач:

Володимир СОХАЦЬКИЙ, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри електрофізики.

Пролонговано:

на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.
на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.

КИЇВ - 2022

Розробник:

Володимир СОХАЦЬКИЙ, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри електрофізики.

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри електрофізики

_____ Сергій САВЕНКОВ

Протокол № __ від « __ » _____ 2022 р.

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

Протокол № __ від « __ » _____ 2022 р.

Голова науково-методичної комісії

Сергій РАДЧЕНКО

« __ » _____ 2022 року.

ВСТУП

1. Мета дисципліни – підготувати слухачів до роботи в галузі експериментальних та теоретичних фізичних досліджень, а також вивчити спеціальні методики, в яких використовуються комп'ютерні методики. В рамках даної дисципліни передбачається ознайомлення та оволодіння основами сучасних знань про фундаментальні закони загальної фізики, навчання практичному застосуванню фізичних експериментальних методів та теоретичних положень фізики, а також поглиблення розвитку логічного та аналітичного мислення.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Спін-хвильова електродинаміка» базується на циклі дисциплін професійної та практичної підготовки бакалаврів та магістрів, а саме: “Загальна фізика”, “Фізика конденсованого середовища”, “Квантова механіка”, “Статистична фізика” “Диференціальні рівняння” тощо.

Попередні вимоги:

студент повинен знати: основні закони, рівняння та співвідношення електрики та магнетизму, атомної фізики, квантової механіки, статистичної фізики, на рівні випускника бакалавратури Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

студент повинен вміти: здійснювати постановку фізичних задач, ідентифікувати практично доцільні підходи до їхнього вирішення та використовувати необхідні в кожному конкретному випадку математичні методи на рівні випускника бакалавратури Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

3. Анотація навчальної дисципліни:

«Спін-хвильова електродинаміка» є базовою дисципліною циклу. Вона необхідна для формування професійних навиків фахівця з Прикладної фізики. Оскільки комп'ютерні методи широко використовуються як при експериментальних, так і теоретичних дослідженнях в усіх галузях фізики, технології, техніки, то при вивченні даної дисципліни студенти опановують типові методи моделювання, розрахунків та управління при виконанні фізичних досліджень.

В сучасній фізиці, техніці, радіоелектроніці комп'ютерне забезпечення відіграє дуже значну роль; в багатьох випадках воно є основою для практичної реалізації нових ідей, технологій, пристроїв та складовою частиною функціонування будь-яких пристроїв. З часом технічні засоби поступово все більше ускладнюються і роль комп'ютерів все більше зростає. Створення та функціонування сучасних електронних пристроїв взагалі неможливе без сучасного комп'ютерного забезпечення.

Запропонований курс включає в себе викладення основних теоретичних відомостей зі спін-хвильової електродинаміки, методів експериментальної реалізації функціональних пристроїв мікрохвильового діапазону, а також прийомів, що застосовуються для роботи з комп'ютерами в фізиці та електроніці, ознайомлення з найбільш популярними пакетами прикладних програм; ознайомлення з методами опису фізичних явищ за допомогою математичних моделей, що описуються програмно; застосуванням програм в технологічних процесах, метрологічному забезпеченні тощо. Курс розрахований на майбутніх спеціалістів, зайнятих як науковою діяльністю у галузі фундаментальних фізичних досліджень, так і розробників електронної апаратури, що працює на нових принципах, зокрема керуванні властивостями речовини на нанорозмірному та молекулярному рівнях і в якій можуть використовуватись магнітні, оптичні явища, електронні, квантові ефекти в нанорозмірних структурах.

4. Завдання навчальної дисципліни (навчальні цілі):

- Надати основні відомості курсу «Спін-хвильова електродинаміка», які складають важливу частину загальнонаукової підготовки магістра за спеціальністю «Прикладна фізика та наноматеріали».

- Навчити принципам аналізу систем, що працюють у мікрохвильовому діапазоні за допомогою електродинамічних рівнянь і методів опису розповсюдження електромагнітних хвиль у середовищах різних типів.

- побудови та можливостям програмного забезпечення пристроїв вводу-виводу інформації, комп'ютерних вимірювальних систем, програмних пакетів керування фізичним експериментом, методикам використання електронних таблиць, прикладних пакетів наукової графіки для обробки результатів вимірювань, відображення скан-копій, розпізнавання образів та редагування зображень, методам розробки схем, моделей, системи комп'ютерної алгебри для розв'язку задач математичної фізики в числовому та символічному вигляді, включаючи комп'ютерну анімацію та її застосування у

фізичних дослідженнях, а також засобам комп'ютерної підготовки текстів наукових публікацій та презентацій за результатами наукових досліджень.

- Навчити застосовувати основні відомості курсу у професійній діяльності, розвивати у магістрів аналітичне мислення та науковий підхід.
- Навчити застосовувати отримані знання та уміння в моделюванні та розробці електродинамічних систем із заданим набором фізико-хімічних властивостей та функціональностей.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

Загальні компетентності:

- ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

Фахові компетентності:

- ФК 3. Здатність аналізувати отримані результати, презентувати їх фахівцям у даній галузі, оформлювати наукові статті та науково-технічні звіти.

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	знати:	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 45
1.1	Загальні основи фізики конденсованих середовищ, загальний опис електронно-кристалічних систем та принципів їх взаємодії з електромагнітними.	лекція	МКР	1
1.2	Загальні підходи до обчислення механічних, електронних, оптичних, магнітних та інших фізичних та хімічних властивостей об'ємних та наноструктурованих матеріалів.	лекція	МКР	1
1.3	Основні експериментальні методи вимірювання НВЧ характеристик, а також механічних, електронних, оптичних, магнітних та інших фізико-хімічних властивостей наноструктур.	лекція	МКР	1
1.4	Основи теорії електромагнітного поля та випромінювання електромагнітних хвиль.	лекція	МКР	1
1.5	Основні закономірності та тенденції зміни фізичних характеристик спінових систем при переході від макроскопічних до нанорозмірних зразків.	лекція	МКР	1
1.6	Властивості елементів НВЧ електронних схем при переході від мікроелектроніки до наноелектроніки.	лекція	МКР	1
1.7	Основні види технологій наноструктуризації речовин.	лекція	МКР	1
1.8	Можливості сучасних комп'ютерних методів та програм при їх застосуванні у фізичних дослідженнях, фізичному експерименті та при розробці вимірювальної апаратури; основні принципи побудови та можливості сучасних комп'ютерних технологій при їх застосуванні у теоретичних дослідженнях, фізичному експерименті та при розробці вимірювальної апаратури.	лекція	МКР	1
1.9	Проблематику чисельного розв'язання квантово-механічних рівнянь та застосування обчислювальної інфраструктури.	лекція	МКР	1
1.10	Властивості хвилеводів і резонаторів	лекція	МКР	1
2	вміти:	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 45
2.1	Використовувати методи електродинаміки для аналізу динамічних процесів в	лекція	МКР	1

	структурах різного типу, застосовувати можливості сучасних комп'ютерних методів аналізу та моделей для розв'язання реальних задач наукових досліджень на основі ефективного використання сучасних комп'ютерних систем та програмного забезпечення.			
2.2	Розраховувати параметри власних електронних станів в нанорозмірних потенціальних ямах прямокутної симетрії різної розмірності.	лекція	МКР	1
2.3	Робити оцінки меж температурного діапазону в якому очікуються прояви квантового розмірного ефекту для заданої нанорозмірної структури.	лекція	МКР	1
3	комунікація:	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 5
3.1	Здатність грамотно будувати наукову комунікацію як в усній так і письмовій формах, підбирати правильну термінологію.	лекція	МКР	1
3.2	Здатність до командної роботи у науково-дослідницьких проектах.	лекція	МКР	1
4	автономність та відповідальність:	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 5
4.1	Здатність до самостійного пошуку наукової літератури або інших джерел інформації для розв'язання поставленої перед магістром науково-дослідницької задачі.	лекція	МКР	1

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання:

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни															
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1
ПРН 1. Використовувати знання в галузі прикладної фізики, математики, електроніки та інформаційних технологій для виконання наукових досліджень, інженерно-технічних робіт на виробничих, науково-технічних, конструкторських, сервісних ділянках тощо.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+						
ПРН 2. Знаходити та аналізувати наукову та науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики та наноматеріалів із вітчизняних та зарубіжних джерел, в тому числі з використанням сучасних пошукових систем.														+		+
ПРН 3. Обговорювати та знаходити прогресивні та інноваційні рішення проблем і завдань при виконанні науково-технічних та виробничих проектів.														+	+	+
ПРН 4. Встановлювати та аргументувати нові залежності між параметрами та характеристиками фізичних систем.											+	+	+			
ПРН 5. Ефективно працювати як індивідуально, так і в складі команди, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт у галузі прикладної фізики та наноматеріалів.															+	+
ПРН 6. Коректно формулювати висновки у вигляді умов, критеріїв,														+	+	

числових оцінок, перевіряти, апробувати та представляти їх аудиторії різного фахового рівня, використовуючи сучасні методики наукової та технічної комунікації українською та іноземними мовами.																				
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання

Рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових контрольних робіт. Внесок результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні:

- результати навчання 1.1 – 1.10 [знання] – до 45 %;
- результат навчання 2.1 – 2.3 [вміння] – до 45%;
- результат навчання 3.1-3.2 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 5%;

Форми оцінювання:

Семестрове оцінювання: навчальний семестр має три змістовні модулі. Після завершення лекцій №4, №8 та №12 проводяться письмові модульні контрольні роботи. Обов'язковим для допуску до заліку є: написання модульних контрольних робіт з кількістю балів не менше 12.

Підсумкове оцінювання (у формі заліку): форма заліку – письмово-усна. Контрольний (заліковий) білет складається з 2 питань, питання оцінюються 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 іспит не може бути меншою **24 бали**.

Умови допуску до підсумкового заліку: умовою допуску до заліку є отримання магістром сумарно не менше, ніж *критично-розрахунковий мінімум* за семестр. Магістри, які протягом семестру сумарно набрали меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум **36 балів**, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні виконати додаткові контрольні завдання.

У випадку відсутності магістра з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті”.

7.2. Організація оцінювання;

Оцінювання за формами контролю:

Семестрова робота	Кількість балів	
	Min. – 12	Max. – 20
Модульна контрольна робота 1	12	20
Модульна контрольна робота 2	12	20
Модульна контрольна робота 3	12	20

Орієнтований графік оцінювання:

Форма оцінювання	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Модульна контрольна робота 1	кінець вересня
Модульна контрольна робота 2	жовтень
Модульна контрольна робота 3	листопад
Добір балів/додаткова контрольна робота	кінець листопада
Залік	початок грудня

Розрахунок балів, які отримують при успішній здачі іспиту:

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

7.3. Шкала відповідності оцінок:

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Зараховано / Passed	60-100%
Не зараховано / Fail	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Семинари	Самостійна робота
1	Вступ. 1. Загальні властивості електромагнітних полів та хвиль. 2. Мікрохвильові (МХ) коливання та хвилі в науці, техніці.	2	–	4
2	1. Рівняння електромагнітного поля. 2. Векторні та скалярні поля в електродинаміці.	2	–	4
3	1. Енергетичні характеристики електромагнітного поля. 2. Електродинамічні потенціали.	2	–	4
4	1. Загальні властивості плоских електромагнітних хвиль. 2. Поляризація електромагнітних хвиль.	2	–	4
5	1. Неоднорідні плоскі хвилі. ТЕ- та ТМ-хвилі. 2. Плоскі хвилі в різних середовищах.	2	–	4
6	1. МХ лінії передачі. 2. Телеграфні рівняння.	2	–	4
7	1. Поширення електромагнітних хвиль між провідними площинами. 2. Скалярні рівняння Гельмгольца для регулярної лінії передачі.	2	–	4
8	1. Дисперсія та явище відсічки в МХ лініях передачі. 2. Електромагнітні хвилі в лініях передачі з втратами.	2	–	4
9	1. Хвилеводи. 2. Діелектричні хвилеводи.	2	–	4
10	1. Об'ємні резонатори. 2. Збудження замкнених електродинамічних систем.	2	–	4
11	1. Електродинаміка феромагнітних діелектриків. 2. Магнітостатичні хвилі (МСХ) у феритовому шарі.	3	–	6
12	1. МСХ хвилі в неоднорідних феритових структурах. 2. МСХ хвилі у багат шарових структурах із загасанням.	3	–	6
13	1. Магнітостатичні хвилі у феромагнітних шарах із доменною структурою. 2. Взаємодія магнітостатичних хвиль зі спіновою системою парамагнетика.	2	–	4
14	1. Сучасні методи і програми розрахунку і моделювання МХ систем.	2	–	4
Всього		30	–	60

Загальний обсяг **90** год., в тому числі:
Лекції **30** год.
Самостійна робота **60** год.

9. Рекомендована література:

Основні джерела:

1. Г. А. Мелков, О. В. Прокопенко. Вибрані розділи з курсу «Мікрохвильова електродинаміка та електроніка». Навчальний посібник, 2013.
2. І. В. Зависяк, Є. В. Мартиш, М. О. Попов, І. В. Васильків. Мікрохвильова електродинаміка в задачах. Навчальний посібник, 2015.
3. О. О. Жмудський, Д. Д. Шека. Основи електродинаміки. Частина 1. К.: Вид-во КНУ, 2000.
4. J. Jackson Classical Electrodynamics, Wiley, 1998.
5. В. Й. Сугаков. Електродинаміка. Київ, Вища школа, 1974.
6. Данилов В. В., І. В. Зависяк, О. Ю. Нечипорук. Спін-хвильова електродинаміка: підручник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. – 351 с.

Додаткові джерела:

1. А. М. Федорченко. Електродинаміка. Київ, Вища школа, 1974.
2. В. А. Головацький. Електродинаміка. Чернівці, 2015 р.
3. В. В. Обуховський. Збірник задач з електродинаміки. К. 2003.