

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА
ШЕВЧЕНКА**

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра квантової радіофізики та наноелектроніки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи

_____ Олексій НЕЧИПОРУК

« ____ » _____ 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

“Функціональна електроніка”

для студентів

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
рівень вищої освіти	бакалавр
освітньо-наукова програма	“Еконофізика”
вид дисципліни	вибіркова
Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	6
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач:

Нечипорук Олексій Юрійович,

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри квантової радіофізики та наноелектроніки

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

КИЇВ – 2022

Розробник:

Нечипорук Олексій Юрійович,
кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри квантової радіофізики та
наноелектроніки,

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри квантової радіофізики та
наноелектроніки

_____ Ганна КАРЛАШ

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 р.

1. Мета дисципліни “Функціональна електроніка” – розгляд та дослідження основ поширення і застосування електромагнітних хвиль в широкому спектральному діапазоні, а також їх взаємодія із середовищами поширення, зокрема такими як тверді тіла та хвилеводні структури. Важливість дисципліни полягає також у засвоєнні методів використання цих хвиль у пристроях передачі та обробки сигналів у дециметровому, сантиметровому та міліметровому діапазонах довжин хвиль.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни “Функціональна електроніка”

Ця навчальна дисципліна є частиною вибіркового блоку дисциплін та базується на циклі дисциплін професійної та практичної підготовки бакалавра та магістра, а саме: “Електродинаміка”, “Диференційні рівняння”, “Електрика та магнетизм”, “Основи програмування”, “Програмування”.

Попередні вимоги:

бакалавр повинен знати: головні розділи загальної фізики та математичного аналізу, лінійну алгебру, програмування, числові методи та основи цифрової обробки сигналів на рівні бакалавра Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

бакалавр повинен вміти: вирішувати лінійні та нелінійні рівняння чисельними методами, використовувати математичні комп’ютерні програми (Matlab, Mathcad) на рівні бакалавра Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Вивчення дисципліни “Функціональна електроніка” дозволяє засвоїти фундаментальні рівняння Максвелла, закони дисперсії та властивості поширення електромагнітного випромінювання в об’ємних та направляючих структурах, а також збудження та поширення поверхневих та об’ємних магнітостатичних спінових хвиль у багатошарових структурах та хвилеводах. У дисципліні докладно розглянуто процес розробки та створення пристроїв обробки сигналів у відповідних частотних діапазонах електромагнітних хвиль.

4. Завдання (навчальні цілі):

Надати основні відомості курсу “Функціональна електроніка”, які складають важливу частину загально-фізичної та інженерної підготовки студента-бакалавра за спеціальністю “Прикладна фізика та наноматеріали”, а саме:

1. Узагальнити та розширити відомі поняття курсів “Електродинаміка”, “Диференціальні рівняння”, “Електрика та магнетизм”, “Основи програмування”, простежити взаємозв’язок об’єктів досліджень електромагнітної теорії з іншими компонентами підготовки; продемонструвати застосування теоретичних відомостей до розв’язання практичних та експериментальних завдань.

2. Навчити застосовувати знання, уміння, навички використання інформаційних і комунікаційних технологій у професійній діяльності, розвивати аналітичне мислення.

3. Навчити застосовувати знання та уміння у моделюванні для розробки й реалізації відповідних пристроїв, систем, комплексів передачі сигналів та інформаційних систем.

4. Прищепити вміння розв’язувати прикладні задачі методами теорії, розглянутої в курсі “Функціональна електроніка”.

Забезпечити досягнення компетентностей:

ЗК-2 Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

ЗК-7 Навички використання інформаційних та комунікаційних технологій.

ЗК-8 Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ФК-2 Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.

ФК-7 Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії, економіки та комп'ютерних технологій.

ФК-8 Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем, для пошуку методів можливих рішень задач у галузі економіки.

ФК-9 Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

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	студент повинен знати :	лекційні заняття, заняття з використанням пакетів прикладних програм	письмові контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 45
1.1	Загальні основи функціональної електроніки	=//=	=//=	
1.2	Основні конструкції різних типів пристроїв функціональної електроніки	=//=	=//=	
1.3	Основні алгоритми обробки результатів вимірювань	=//=	=//=	
2	студент повинен вміти :	=//=	=//=	до 45
2.1	Розраховувати дисперсійні співвідношення для різних типів магнітостатичних хвиль	=//=	=//=	
2.2	Надавати практичні рекомендації щодо конструювання пристроїв функціональної електроніки	=//=	=//=	
2.3	Використовувати засоби автоматизації вимірювань з використанням програмних засобів та пакетів прикладних програм	=//=	=//=	
3	Комунікація	=//=	=//=	до 5
3.1	Здатність ефективно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування	=//=	=//=	
3.2	Здатність бути відповідальним за внесок в роботу команди при вирішенні проблеми	лекційні заняття з використанням роботи у підгрупах	оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	
4	автономність та відповідальність	лекційні заняття, заняття з використанням математичних пакетів	письмові контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 5
4.1	самостійність у навчанні та/або професійній діяльності	=//=	=//=	
ВСЬОГО				100

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1
	Програмні результати навчання (назва)								
ПРН 1. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики, прикладної економіки	+	+	+						
ПРН 2. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики, методи розрахунків при розв'язанні економічних задач.				+	+	+			+
ПРН 7. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, економічних процесів, розробки приладів і наукоємних технологій.				+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів: 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 лабораторних робіт наступний:

- результати навчання 1.1 – 1.3 [знання] до 45 %;
- результат навчання 2.1 – 2.3 [вміння] – до 45%;
- результат навчання 3.1 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 5%;

Форми оцінювання студентів:

- **семестрове оцінювання:** контроль здійснюється за таким принципом. Навчальний семестр має два змістовних модулі. Після завершення теми №5 проводиться письмова модульна контрольна робота. Обов'язковим для допуску до заліку є написання модульної контрольної роботи з кількістю балів не менше 50.
- **підсумкове оцінювання (у формі заліку):** форма заліку – письмово-усна. Екзаменаційне завдання складається із 2 питань, питання оцінюються по 20 балів. Всього за заліку можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів,
- **умови допуску до підсумкового оцінювання:** умовою допуску до заліку є отримання студентом сумарно не менше, ніж *критично-розрахунковий мінімум 36 балів* за семестр. Студенти, які протягом семестру сумарно набрали меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум **36 балів**, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні написати додаткову контрольну роботу.

У випадку відсутності студента 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:

	<i>Min. – балів</i>	<i>3M</i> <i>Max. – балів</i>
Модульна контрольна робота	24	40
Виступ на семінарі	5	15
Виконання студентами самостійних робіт	5	15

Орієнтовний графік оцінювання:

	<i>Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання</i>
Модульна контрольна робота	Березень
Виступ на семінарі	Січень-травень
Виконання самостійних робіт	Січень-травень
Добір балів/додаткова контрольна робота та/або доскладання домашніх завдань	Травень
Залік	Травень

Розрахунок балів, які студент отримує при успішній здачі іспиту:

	Змістовий модуль	Іспит	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	<i>36</i>	<i>24</i>	<i>60</i>
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 / Fail	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	У тому числі		
		Лекції	Семінарські заняття	Самостійна робота
1	Функціональна електроніка: основні уявлення та вихідні рівняння. Технології вирощування матеріалів функціональної електроніки	4	4	8
2	Магнітостатичні хвилі в ізольованому феритовому шарі	2	2	4
3	Магнітостатичні хвилі в багат шарових структурах	2	2	4
4	Релаксаційні процеси в матеріалах-носіях функціональної електроніки	2	2	8
5	Переваги використання магнітостатичних хвиль для обробки сигналів в см- та дм-діапазонах довжин хвиль	4	4	4
6	Основні елементи пристроїв на магнітостатичних хвилях	4	4	8
7	Фільтри на магнітостатичних хвилях	2	2	4
8	Лінії затримки на магнітостатичних хвилях	2	2	4
9	Резонатори на магнітостатичних хвилях	2	2	4
10	Конвольвери та генератори на магнітостатичних хвилях	4	4	8
11	Пристрої, побудовані на квазіоптичних принципах	2	2	4
Всього		30	30	60

Загальний обсяг **120** год., в тому числі:

Лекцій – **30**- год.

Семінарські заняття – **30** год.

Консультації – **0** год.

Самостійна робота - **60** год.

9. Рекомендовані джерела:

Основні:

1. Сугаков В. Й. Електродинаміка – К. ВПЦ "Київський університет",: 1974.
2. Данилов В.В., Зависляк І.В., Нечипорук О.Ю. Спин-хвильова електродинаміка. К., ВПЦ "Київський університет", 2008.
3. Зависляк И.В., Тычинский А.В. Физические основы функциональной электроники. К., ВПЦ "Київський університет", 1989.

Додаткові:

4. Khalil Zakeri Lori - Magnonic crystals: Towards terahertz frequencies - April 2020, Journal of Physics Condensed Matter 32(36), DOI:10.1088/1361-648X/ab88f2
5. Khalil Zakeri - Elementary spin excitations in ultrathin itinerant magnets - , August 2014, Physics Reports 545(2), DOI:10.1016/j.physrep.2014.08.001

6. Khalil Zakeri - Probing of the interfacial Heisenberg and Dzyaloshinskii-Moriya exchange interaction by magnon spectroscopy - November 2016, Journal of Physics Condensed Matter 29(1):013001, DOI:10.1088/0953-8984/29/1/013001
7. Doried Ghader, Antoine Khater - Theory for the spin dynamics in ultrathin disordered binary magnetic alloy films: Application to cobalt-gadolinium - March 2019, Journal of Magnetism and Magnetic Materials 482:88-98, DOI:10.1016/j.jmmm.2019.03.006
8. Doried Ghader - Insights on magnon topology and valley-polarization in 2D bilayer quantum magnets - May 2021, New Journal of Physics 23:053022, DOI:10.1088/1367-2630/abfa62
9. Leila Ferrah, Boualem Bourahla, Salah Blizak - Modeling and Simulation of Magnons Scattering Across Shear Spins in Multilayered Ferromagnetic Slabs - November 2021, SPIN 11(04), DOI:10.1142/S2010324721500284
10. Lei Zheng, Lichuan Jin, Tianlong Wen, Yulong Liao, Xiaoli Tang, Huaiwu Zhang, Zhiyong Zhong - Spin wave propagation in uniform waveguide: effects, modulation and its application - Submitted on 28 Sep 2021, Applied Physics , arXiv:2109.13464
11. Victor Laliena, Athanasios Athanasopoulos, and Javier Campo - Scattering of spin waves by a Bloch domain wall: Effect of the dipolar interaction - Phys. Rev. B 105, 214429 – Published 23 June 2022

10. Додаткові ресурси:

1. Сайт Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.univ.kiev.ua/ua>.
2. Сайт факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rex.knu.ua/ua>.