

# 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

Семінар з квантової та мікрохвильової електроніки

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

2022/2023

Семестр

3,4

Кількість кредитів ECTS

6

Мова викладання

українська

Форма заключного контролю

залік

### Викладач:

Олексій НЕЧИПОРУК, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри квантової радіофізики та наноелектроніки.

Пролонговано:

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

**Розробник:**

Олексій НЕЧИПОРУК, кандидат фіз.-мат. 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 року.

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – знайомити студентів із основними напрямками сучасної квантової радіофізики та найбільш актуальними проблемами.

### **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

Навчальна дисципліна “ Семінар з квантової радіофізики” спирається на знання та навички, набуті студентами на 1 - 4 курсах ОР “бакалавр”, першого року навчання за ОР «магістр після прослуховування навчальних курсів “Диференціальні рівняння та теорія ймовірності”, “Молекулярна фізика”, “Оптика”, “Квантова механіка”, “Атомна фізика”, “Коливання та хвилі”, “Іноземна мова”, «Електродинаміка»

### **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Предмет навчальної дисципліни передбачає розгляд: елементів акустoeлектроніки, спінхвильової електроніки, фізики та техніки магнетизму, взаємодії мікрохвильового випромінювання з середовищами, розробки елементної бази для електроніки в пристроях обробки сигналів в оптичному та мікрохвильовому діапазонах. У ході навчання студенти роблять огляд наукової літератури з тем, обраних з наданого переліку або за вільною темою, узгодженою з викладачем, та готують відповідну тематичну наукову доповідь на семінарі.

### **4. Завдання навчальної дисципліни (навчальні цілі):**

- У результаті вивчення дисципліни студент повинен навчитися шукати та систематизувати наукову літературу (у тому числі англomовну) за обраною тематикою з області квантової радіофізики.

- Навчитися готувати доповіді, презентації та проводити їх публічне обговорення та захист; навчитися грамотно вести дискусію та опонувати.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

*Загальні компетентності:*

- ЗК 8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

*Фахові компетентності:*

- ФК 2. Здатність брати участь у плануванні методики проведення та матеріального забезпечення експериментів та лабораторних досліджень.

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

- ФК 13. Здатність брати участь у роботах зі складання наукових звітів та у впровадженні результатів проведених досліджень та розробок.

- ФК 14. Здатність брати участь у роботі над інноваційними проектами, використовуючи базові методи дослідницької 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			
<b>1</b>	студент повинен <b>знати:</b>			до 60
1.1	Загальні основи фізичних основ акустoeлектроніки.	Семінарські заняття використанням медійних та дистанційних технологій	доповіді студентів з використанням медійних та дистанційних технологій	15
1.2	Базові підходи до фізичних основ спінхвильової електродинаміки та електроніки.	Семінарські заняття використанням медійних та дистанційних технологій	доповіді студентів з використанням медійних та дистанційних технологій	15
1.3	Фізичні основи та параметри взаємодії мікрохвильового випромінювання з середовищами.	Семінарські заняття використанням медійних та дистанційних технологій	доповіді студентів з використанням медійних та дистанційних технологій	15
1.4	Методи розробки елементної бази для електроніки в пристроях обробки сигналів в оптичному та мікрохвильовому	Семінарські заняття використанням медійних та	доповіді студентів з використанням медійних та	15

	діапазонах	дистанційних технологій	дистанційних технологій	
<b>2</b>	студент повинен <b>вміти</b> :			до 20
2.1	Порівнювати параметри класичних та квантових матеріалів нового покоління.	Семінарські заняття використанням медійних та дистанційних технологій	доповіді студентів з використанням медійних та дистанційних технологій	10
2.2	Вміти систематизувати та аналізувати наукову літературу з квантової радіофізики та представляти результати аналізу.	Семінарські заняття використанням медійних та дистанційних технологій	доповіді студентів з використанням медійних та дистанційних технологій	10
<b>3</b>	<b>комунікація:</b>			до 10
3.1	Здатність ефективно доносити власну думку до співбесідника під час дискусії з науково-технічної тематики	Семінарські заняття використанням медійних та дистанційних технологій	доповіді студентів з використанням медійних та дистанційних технологій	5
3.2	Здатність до корельованого докладання зусиль під час виконання масштабних виробничих командних проєктів в галузі квантової радіофізики	Семінарські заняття використанням медійних та дистанційних технологій	доповіді студентів з використанням медійних та дистанційних технологій	5
<b>4</b>	<b>автономність та відповідальність:</b>			до 10
4.1	Здатність до індивідуальної роботи за власною науковою тематикою	Самостійна робота студентів, консультації, обговорення на семінарах	доповіді студентів з використанням медійних та дистанційних технологій	5
4.2	Здатність до самостійного пошуку науково-технічних публікацій присвячених фізичним принципам функціонування матеріалів та приладів квантової радіофізики	Самостійна робота студентів, консультації, обговорення на семінарах	доповіді студентів з використанням медійних та дистанційних технологій	5

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

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни									
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2
ПРН 1. Глибокі знання в галузі сучасної прикладної фізики і фізики наноматеріалів	+	+	+		+	+				
ПРН 2. Розуміння технологій та еоретичних та експериментальних методів дослідження властивостей речовин і матеріалів		+				+		+		
ПРН 6. Знаходити і аналізувати науково-технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій.			+					+		
ПРН 8. Знаходити прогресивні та інноваційні рішення проблем і завдань при виконанні науково-технічних проєктів.	+	+			+				+	+
ПРН 10. Оцінювати важливість матеріалів для досягнення цілей наукового дослідження в галузі прикладної фізики.						+	+	+		+
ПРН 12. Інтерпретувати науково-технічну інформацію.			+		+	+		+	+	+
ПРН 13. Представляти і захищати отримані наукові і практичні результати в усній та письмовій формі.	+					+				
ПРН 14. Використовувати сучасні методи і технології наукової комунікації українською та іноземними мовами.	+	+			+			+		+
ПРН 15. Розробляти та формулювати свої професійні висновки та розумно їх аргументувати для фахової та нефахової аудиторії.							+	+	+	+

ПРН 17. Об'єктивна самооцінка отриманих результатів та спроможність забезпечувати їх надійність.								+	+	+	+
ПРН 18. Розв'язувати складні наукові, дослідницькі та інженерно-технічні задачі в області прикладної фізики та фізики наноматеріалів, які вимагають поглиблених знань у галузі фізики, математики, комп'ютерних технологій.											

## 7. Схема формування оцінки

### 7.1. Форми оцінювання

Рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами оцінювання: доповідей за визначеними науковими темами, відповідями на поставлені запитання. Внесок результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні:

- результати навчання 1.1 – 1.4 [знання] – до 60 %;
- результат навчання 2.1, 2.2 [вміння] – до 45%;
- результат навчання 3.1, 3.2 [комунікація] – до 10%;
- результат навчання 4.1, 4.2 [комунікація] – до 10%;

Форми оцінювання студентів:

**Семестрове оцінювання:** контроль здійснюється за таким принципом.

1. Доповідь студента в академічній групі з тем 1-5 (письмово): РН 1.1-2, РН 2.1, РН 3.1, РН 4.1 – 30 балів.

2. Доповідь студента в академічній групі з тем 6-10 (письмово): РН 1.3-4, РН 2.2, РН 3.2, РН 4.2 – 30 балів.

**Підсумкове оцінювання (у формі заліку):** форма заліку – письмово-усна. Всього за залік можна отримати від 0 до 20 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, при цьому, оцінка за залік не може бути меншою **14 балів**.

**Умови допуску до підсумкового заліку:** умовою допуску до заліку є отримання студентом сумарно не менше, ніж *критично-розрахунковий мінімум* за семестр – **46 балів**.

### 7.2. Організація оцінювання;

Оцінювання за формами контролю:

Семестрова робота	Кількість балів	
	Min. – балів	Max. – балів
1-а доповідь студента в академічній групі	18	30
2-а доповідь студента в академічній групі	18	30

Орієнтований графік оцінювання:

Форма оцінювання	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
1-а доповідь студента в академічній групі	вересень-грудень
2-а доповідь студента в академічній групі	лютий-квітень
Залік	Травень

Розрахунок балів, які отримують при успішній здачі заліку:

Значення	Семестр	Залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	46	14	60
Максимум	80	20	100

### 7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
<b>Зараховано</b> / Accepted	90-100%
<b>Не зараховано</b> / Not Accepted	75-89%
	60-74%
	0-59%

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

№ з/п	Назва теми	У тому числі - кількість годин		
		Лекції	Семінари	Самостійна робота
1	Фізика та математика опису поширення акустичних хвиль в кристалах та шаруватих структурах.	-	4	8
2	Фізичні основи акустoeлектроніки.	-	6	12
3	Пристрої акустoeлектроніки в дм-діапазоні частот.	-	10	20
4	Фізичний опис спінових хвиль.	-	4	8
5	Електродинаміка магнітостатичних спінових хвиль.	-	8	16
6	Магнітостатичні хвилі в шаруватих структурах.	-	10	20
7	Пристрої спінхвильової електроніки в см- та мм-діапазонах частот.	-	18	36
<b>Всього</b>		-	<b>60</b>	<b>120</b>

Загальний обсяг **180** год., в тому числі:  
 Семінарські **60** год.  
 Самостійна робота **120** год.

## 9. Рекомендована література:

1. Khalil Zakeri Lori - Magnonic crystals: Towards terahertz frequencies - April 2020, Journal of Physics Condensed Matter 32(36), DOI:10.1088/1361-648X/ab88f2
2. Khalil Zakeri - Elementary spin excitations in ultrathin itinerant magnets - , August 2014, Physics Reports 545(2), DOI:10.1016/j.physrep.2014.08.001
3. 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
4. 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
5. 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
6. 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
7. 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
8. 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
9. M. A. Mironov, Vladimir Pisyakov - One-dimensional acoustic waves in retarding structures with propagation velocity tending to zero - May 2002, Acoustical Physics 48(3), DOI:10.1134/1.1478121
10. T. DEVAUX , H. TOZAWA, P.OTSUKA, S. MEZIL, M. TOMODA, O. MATSUDA, E. BOK, S . H. LEE, O. B. WRIGHT - Giant extraordinary transmission of acoustic waves through a nanowire - SCIENCE ADVANCES, 6 Mar 2020, Vol 6, Issue 10, DOI:0.1126/sciadv.aay8507
11. Zhanhang Du and Jun Mei - Metagrating-based acoustic wavelength division multiplexing enabled by deterministic and probabilistic deep learning models - Phys. Rev. Research 4, 033165 (2022) – Published 29 August 2022