

**ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА**

Факультет фізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра прикладної радіофізики, електроніки та наноматеріалів

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

В.о. проректора

в науковій роботі

Олег МАРЕНКОВ

2021 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК 2.1 СПЕКТРОСКОПІЧНІ ТА РАДІОФІЗИЧНІ МЕТОДИ

ДОСЛІДЖЕННЯ У ФІЗИЦІ ТВЕРДОГО ТІЛА

(шифр із ОПІ і повна назва навчальної дисципліни)

для здобувачів вищої освіти

рівень вищої освіти третій (освітньо-науковий)

галузь знань 10 Природничі науки

спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація _____

(за наявності)

(назва спеціалізації)

освітньо-наукова програма Прикладна фізика та наноматеріали

(назва освітньої програми)

факультет фізики, електроніки та комп'ютерних систем

(назва)

вид дисципліни обов'язкова

(обов'язкова/вибіркова)

**Дніпро
2021**

Розробник: Хмеленко О.В., доцент кафедри прикладної радіофізики, електроніки та наноматеріалів, канд. фіз.-мат. наук

(вказати розробників: ПІБ, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Робоча програма схвалена:

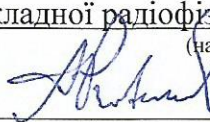
на засіданні кафедри прикладної радіофізики, електроніки та наноматеріалів

(назва кафедри)

від « 15 » червня 2021 р. Протокол № 10

Завідувач кафедри прикладної радіофізики, електроніки та наноматеріалів

(назва кафедри)



(Олександр КОВАЛЕНКО)

(підпис)

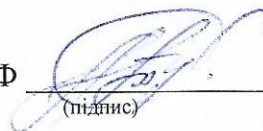
Ухвалено:

на засіданні науково-методичної ради факультету фізики, електроніки та комп'ютерних систем

(назва)

від «19» червня 2021 р. Протокол № 6

Голова НМРФ



(Андрій ТУРІНОВ)

(підпис)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри прикладної радіофізики, електроніки та наноматеріалів на наступний навчальний рік

2022/2023 н. р. протокол № 11, від «30» червня 2022р.

20__/20__ н. р. протокол № ____, від «__» _____ 20__ р.

20__/20__ н. р. протокол № ____, від «__» _____ 20__ р.

20__/20__ н. р. протокол № ____, від «__» _____ 20__ р.

1. Мета дисципліни

Метою викладання дисципліни є надання студентам знань з основних методик досліджень у фізиці твердого тіла, існуючих методів та засобів спектральних досліджень, як в оптичному, так і в радіочастотному діапазонах, розширити уяву про існуючі прилади та пристрої, їхні характеристики та властивості, галузі та межі практичного застосування тих чи інших приладів та методів, показати доцільність та мету подальшого розвитку та вдосконалення спектроскопічної апаратури. Сформувати у здобувачів міждисциплінарні зв'язки та надати напрями та навички у пошуку розв'язку задач, що виникають в практиці досліджень різноманітних властивостей твердих тіл в різних галузях науки та народного господарства.

Програмні компетентності за дисципліною:

ЗК 01. Здатність до абстрактного мислення, використання сучасних інформаційних та комунікативних технологій для пошуку, обробки і критичного аналізу інформації з різних джерел, синтезу існуючих та генерування нових ідей під час вирішення дослідницьких та практичних завдань, у тому числі міждисциплінарних галузях.

ЗК 02. Здатність дотримуватися етичних норм та авторського права при проведенні наукових досліджень, діяти на основі принципів академічної доброчесності, а також ставитися із повагою до національних та культурних традицій, способів роботи і мислення інших.

ЗК 03. Здатність використовувати у професійній роботі знання основ людського мислення, проводити оригінальне наукове дослідження та здійснювати дослідницько-наукову діяльність на основі глибокого переосмислення наявних та створення нових цілісних теоретичних та практичних знань.

ЗК 06. Здатність сприймати та обробляти новітню інформацію з наукових джерел іноземною мовою.

СК 01. Обізнаність у сфері основних положень сучасної філософії науки і техніки. Здатність оцінювати з філософських позицій досягнення у галузі прикладної фізики та наноматеріалів.

СК 02. Здатність аналізувати взаємозв'язок філософських та наукових питань прикладної фізики та наноматеріалів з проблематикою сучасної прикладної етики і психологічних теорій.

СК 04. Здатність реферувати, анотувати та перекладати неадаптовану професійно-орієнтовану літературу.

СК 08. Здатність переосмислювати наявне та створювати нове цілісне знання та/або професійну практику в галузі прикладної фізики та наноматеріалів.

СК 09. Здатність адаптувати і узагальнювати результати сучасних досліджень, методів досліджень в галузі прикладної фізики та наноматеріалів для розв'язування наукових і прикладних завдань.

СК 10. Здатність до добору адекватного експериментального обладнання, математичного апарату, прикладного комп'ютерного забезпечення на основі відомостей про об'єкт дослідження, визначати їх межі застосовності.

СК 11. Здатність аналізувати одержані результати, надавати їм інтерпретацію та визначати межі придатності.

СК 12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт в галузі прикладної фізики та наноматеріалів.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності).

Основні поняття теорії електромагнітних хвиль: плоска хвиля, дифракція, інтерференція, коефіцієнт відбиття. Основні поняття техніки НВЧ: хвилевід, спрямований відгалужувач, подвійний хвилевідний T-міст, основна хвиля у прямокутному хвилеводі, коефіцієнт відбиття. Основні поняття теорії електронного парамагнітного резонансу: g-фактор, лінія поглинання, кристалічне поле. Основні поняття теорії люмінесценції напівпровідників: спектр поглинання, спектр випромінювання, модель конфігураційних координат, кінетика люмінесценції, методи поляризованої люмінесценції.

3. Результати навчання за дисципліною та їх співвідношення із програмними результатами навчання.

У результаті вивчення дисципліни фахівець повинен *знати*:

- фізичні основи, базові методи досліджень в мікрохвильовому та оптичному діапазоні, методи обробки спектральних даних;
- перелік основних приладів та пристроїв, які знаходять застосування для спектроскопічних досліджень в галузі фізики твердого тіла, їхні технічні характеристики;
- галузі та межі застосування спектроскопічних методів дослідження в галузі фізики твердого тіла;
- тенденції розвитку апаратури для спектроскопічних досліджень в галузі фізики твердого тіла.

У результаті вивчення дисципліни фахівець повинен *вміти*:

- моделювати люмінесцентні процеси в твердих тілах, а також процеси резонансної взаємодії мікрохвильового випромінювання з речовиною;
- провести комп'ютерний експеримент з розрахунку кутових залежностей положення спектральних ліній поглинання;
- оцінити точність і адекватність застосованої моделі;
- підібрати перелік апаратури для дослідження.

Після вивчення навчальної дисципліни «Спектроскопічні та радіофізичні методи дослідження у фізиці твердого тіла» здобувач вищої освіти має продемонструвати такі програмні результати навчання:

№	Програмні результати навчання	Результати навчання за дисципліною	Номери тем
1	ПР 01. Володіти комунікативними навичками для спілкування в національному та іншомовному середовищах з фахівцями та нефахівцями щодо проблем в області філософської та наукової проблематики.	Знати фізичні основи, базові методи спектроскопічних досліджень як в оптичному, так і в мікрохвильовому діапазоні, а також методи обробки отриманих даних.	T1, T3, T5
2	ПР 09. Демонструвати глибокі знання в галузі прикладної фізики та наноматеріалів, зокрема засвоєння основних концепцій, сучасного стану наукових знань,	Знати основи використання тих чи інших методів дослідження. Вміти проводити аналіз отриманих результатів.	T2, T4, T6, T7, T8, T9

	оволодіння термінологією з наукового напрямку досліджень.		
3	ПР 10. Уміти добирати та застосувати сучасне експериментальне обладнання, математичний апарат, прикладне комп'ютерне забезпечення для проведення досліджень у області прикладної фізики та наноматеріалів.	Здатність добирати необхідне експериментальне обладнання, математичний апарат, комп'ютерного забезпечення на основі відомостей про об'єкт дослідження, визначати їх межі застосовності.	T10,T12, T15,T17,T18, T20
4	ПР 11. Уміти інтерпретувати результати експериментальних досліджень, комп'ютерної симуляції та розрахунків фізичних процесів, властивостей матеріалів, функціонування приладів, апаратури та обладнання, співвідносячи їх з існуючими теоріями та практичними результатами. Уміти проводити аналіз, оцінку наукових положень та ідей та генерування нових.	Здатність аналізувати одержані результати, надавати їм інтерпретацію та визначати межі придатності.	T11,T13, T14, T16,T19,T21-T23

4. Структура навчальної дисципліни.

Форма навчання денна

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин				Примітки			
		лекції	практичні заняття	лабораторні заняття	Самостійна робота	2021/22 н.р.	2022/23 н.р.	2023/24 н.р.	2024/25 н.р.
2 семестр									
1	Тема 1. Загальні питання люмінесценції напівпровідників	2			8				
2	Тема 2. Спектри поглинання та випромінювання	2	1		6				
3	Тема 3. Рекombінаційна та мономолекулярна люмінесценція.	2	1		4				
4	Тема 4. Антистоксова люмінесценція.	1	1		4				
5	Тема 5. Кінетика люмінесценції кристалофосфорів.	1	1		6				
6	Тема 6. Форма смуг люмінесценції та їх аналіз.	1			6				
7	Тема 7. Методи поляризованої люмінесценції	1	1		4				
8	Тема 8. Електролюмінесценція.	1	1		2				
9	Тема 9. Термостимульована люмінесценція.	1			4				
10	Тема 10. Катодолюмінесценція.	1			4				

11	Тема 11. Радикало-рекомбінаційна люмінесценція.	1			2				
12	Тема 12. Методи аналізу складних смуг люмінесценції.	1	2		8				
13	Тема 13. Основи ЕПР спектроскопії	1			6				
14	Тема 14. Атомний магнетизм.	2			6				
15	Тема 15. Теорія кристалічного поля.	2			6				
16	Тема 16. Парамагнітний резонанс в твердому тілі.	1	1		6				
17	Тема 17. Методи аналізу спектрів ЕПР	1	1		6				
18	Тема 18. Ширина та форма лінії поглинання.	1	1		8				
19	Тема 19. Процеси спін-граткової релаксації в твердих тілах.	1	1		6				
20	Тема 20. Спіновий резонанс в напівпровідникових сполуках.	1	1		8				
21	Тема 21. Спіновий резонанс в напівпровідникових сполуках під дією зовнішніх впливів.	1	1		8				
22	Тема 22. Фізичні основи ОДМР	1	1		6				
23	Тема 23. Застосування ОДМР для кристалофосфорів.	1	1		6				
	ВСЬОГО	30	16		134				

5. Схема формування оцінки.

5.1 Шкала відповідності оцінювання:

Відмінно/Excellent	Зараховано/Passed	90-100
Добре/Good		82-89
Задовільно/Satisfactory		75-81
		64-74
		60-63
Незадовільно/Fail	Не зараховано/Fail	0-59

5.2 Форми та організація оцінювання: поточний контроль проводиться у формі опитування студентів перед виконанням практичних занять. Підсумковий контроль проводиться у формі екзамену з курсу.

Поточне оцінювання :

Форма оцінювання	Терміни оцінювання (тиждень)	Максимальна кількість балів
Контрольне тестування за темами	19	8
Виконання практичних робіт	18-31	30

Оцінювання індивідуальних завдань	18-31	12
Оцінювання рівня виконання завдань для самостійної роботи	18-31	10
Інше		
Максимальна кількість балів за поточне оцінювання* 60		

Підсумкове оцінювання:

умови до складання екзамену: до екзамену допускають здобувачів вищої освіти, які пройшли оцінювання за всіма формами поточного контролю, передбаченого робочою програмою

Форма оцінювання	Терміни оцінювання (тиждень)	Максимальна кількість балів
Екзамен	33	40

6. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна.

Спектрометр ЕПР SE/X 2543

Мультимедійне обладнання.

Програмне забезпечення для організації дистанційного навчання і комп'ютерного тестування: Microsoft Office 365; пакети прикладних програм Microsoft Office 2007 (MS Word); Google Chrome, програмне забезпечення: MS Office 365, MS Teams, MS Forms, MS PowerPoint, MS SharePoint, Zoom.

7. Рекомендована література:

Основна: (Базова)

1. Сетов Є. А., Трубіцин М. П. Спектроскопічні методи у фізиці твердого тіла : навч. посіб.– Дніпро : Акцент ПП, 2018. – 46 с.
2. Таран М. М. Оптична спектроскопія іонів перехідних металів у мінералах за різних температур і тисків: спектроскопічні, кристалохімічні та термодинамічні аспекти : монографія / М. М. Таран. – Київ : Наук. думка, 2020. – 400 с.
3. Буланій М.Ф., Коваленко О.В. та інші. Резонансні явища. – Дніпропетровськ, АРТ-ПРЕС, 2006. - 422 с.

Додаткова:

1. A. V. Kovalenko , S.M. Vovk , Ye.G. Plakhtii .Sum Decomposition Method for Gaussian Functions Comprising an Experimental Photoluminescence Spectrum, May 2021, Journal of Applied Spectroscopy 88(2):357-362, DOI:10.1007/s10812-021-01182-8.
2. A. V. Kovalenko Ye.G. Plakhtii, O. V. Khmelenko, Smoothing photoluminescence spectra and their derivatives for identification of individual bands, June 2020, Functional Materials 27(2):424-433, DOI:10.15407/fm27.02.424.
3. A. V. Kovalenko Ye.G. Plakhtii, O. V. Khmelenko, Crystal Structure of ZnxCd1-xS Nanocrystals Obtained by Self-Propagating High-Temperature Synthesis, January 2022, Journal of Nano- and Electronic Physics 14(1):01017-1-01017-5. DOI:10.21272/jnep.14(1).01017.

4. V. Yu. Vorovsky, A. V. Kovalenko Ye.G. Plakhtii, O. V. Khmelenko. The analysis of the EPR spectra in ZnO: Mn nanocrystals using the derivative spectroscopy method. December 2019. Journal of Physics and Electronics 27(2):89-92. DOI:10.15421/331931.
5. M. F. Bulanyi, V. Yu. Vorovsky, A. V. Kovalenko O. V. Khmelenko Photoluminescence and EPR spectrum of ZnO:Mn nanocrystals. December 2018. Journal of Physics and Electronics 26(1):69-72. DOI:10.15421/331811

8. Інформаційні ресурси (репозиторій ДНУ):

1. Буланый М.Ф., Коваленко О.В. та інш. Резонансні явища. – Дніпропетровськ, АРТ-ПРЕС, 2006. - 422 с.

**Тематика практичних занять
здобувачів вищої освіти денної форми навчання (2021/2022 н.р.)**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Практичне заняття №1. Аналіз форми спектру люмінесценції ZnS-Mn та ZnSe-Mn.	2
2	Практичне заняття №2. Розкладання складного спектру на елементарні смуги.	2
3	Практичне заняття №3. Аналіз ширини та форми спектру ЕПР.	2
4	Практичне заняття №4. Аналіз форми спектру ЕПР методом лінійних анаморфоз.	2
5	Практичне заняття №5. Аналіз форми спектру ЕПР методом накладання.	2
6	Практичне заняття №6. Розрахунок кількості парамагнітних центрів за даними ЕПР.	2
7	Практичне заняття №7. Аналіз кінетики ФПЦ	2
8	Практичне заняття №8. Аналіз дії пружної та пластичної деформації на спектри ЕПР	2
	Разом	16

**Тематика самостійної роботи
здобувачів вищої освіти денної форми навчання (2021/2022 н.р.)**

Тема самостійної роботи	Кількість годин
Тема 1: Опрацювання лекційного матеріалу.	8
Тема 2: Опрацювання лекційного матеріалу.	6
Тема 3: Опрацювання лекційного матеріалу, вивчення теоретичної частини практичної робіт.	4
Тема 4: Опрацювання лекційного матеріалу, вивчення теоретичної частини практичної роботи.	4
Тема 5: Радіохвильові методи вимірювання параметрів вібрації. Опрацювання лекційного матеріалу, вивчення теоретичної частини практичної роботи.	6
Тема 6: Опрацювання лекційного матеріалу.	6
Тема 7: Опрацювання лекційного матеріалу.	4
Тема 8: Опрацювання лекційного матеріалу, вивчення теоретичної частини практичної роботи.	2
Тема 9: Опрацювання лекційного матеріалу.	4
Тема 10: Опрацювання лекційного матеріалу.	4
Тема 11: Опрацювання лекційного матеріалу.	2
Тема 12: Застосування методів мікрохвильової голографії в антенних вимірюваннях Опрацювання лекційного матеріалу.	8
Тема 13: Опрацювання лекційного матеріалу.	6
Тема 14: Опрацювання лекційного матеріалу.	6
Тема 15: Опрацювання лекційного матеріалу.	6
Тема 16: Опрацювання лекційного матеріалу, вивчення теоретичної частини практичної роботи.	6
Тема 17: Опрацювання лекційного матеріалу, вивчення теоретичної частини практичної роботи.	6
Тема 18: Опрацювання лекційного матеріалу, вивчення теоретичної частини практичної роботи.	8
Тема 19: Опрацювання лекційного матеріалу, вивчення теоретичної частини практичної роботи.	6
Тема 20: Опрацювання лекційного матеріалу, вивчення теоретичної частини практичної роботи.	8
Тема 21: Опрацювання лекційного матеріалу, вивчення теоретичної частини практичної роботи.	8
Тема 22: Опрацювання лекційного матеріалу, вивчення теоретичної частини практичної роботи.	6
Тема 23: Опрацювання лекційного матеріалу, вивчення теоретичної частини практичної роботи.	6
ВСОГО	134

Форма контролю (елементи контролю): контрольне опитування під час практичних робіт.