


Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

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

  
\_\_\_\_\_ Андрій ТУРІНОВ  
«27» червня 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ОК 2.2** Актуальні напрями досліджень у прикладній фізиці та фізиці  
шифр із ОНП \_\_\_\_\_ повна назва навчальної дисципліни \_\_\_\_\_

**наноматеріалів**

**для здобувачів вищої освіти**

рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ третій (освітньо-науковий) \_\_\_\_\_

галузь знань \_\_\_\_\_ 10 Природничі науки \_\_\_\_\_

спеціальність \_\_\_\_\_ 105 Прикладна фізика та наноматеріали \_\_\_\_\_

спеціалізація \_\_\_\_\_

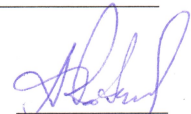
освітня програма \_\_\_\_\_ Прикладна фізика та наноматеріали \_\_\_\_\_

рік набору 2023/2024 \_\_\_\_\_ форма навчання денна термін навчання 4 роки \_\_\_\_\_

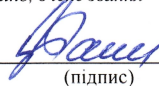
вид дисципліни \_\_\_\_\_ обов'язкова \_\_\_\_\_

Розробник (-и) Олександр Коваленко, зав. кафедри прикладної радіофізики, електроніки та наноматеріалів, д-р фіз.-мат. наук, професор

*вказати розробників: ПІБ, посада, науковий ступінь, вчене звання*

  
\_\_\_\_\_ підпис

Погоджено гарант ОП \_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_ (підпис)

Олег ДРОБАХІН \_\_\_\_\_

(ім'я та прізвище)

Робоча програма схвалена на засіданні кафедри прикладної радіофізики, електроніки та наноматеріалів

Протокол від «24» травня 2023 року № 10 \_\_\_\_\_

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

Протокол від «27» червня 2023 року № 19 \_\_\_\_\_

Дніпро  
2023

## Опис навчальної дисципліни

Навчальний рік (роки*) викладання дисципліни	Курс	Семестр	Підсумковий контроль				Індивідуальні завдання		Кредитів ECTS	Обсяг роботи студента (години)						
			екзамен	диф. залік	залік	курсова робота	форма	кількість		всього	аудиторні					самостійна робота
											всього аудиторних	лекції	практичні заняття	семінарські заняття	лабораторні заняття	
2023/24	2	3	3					6,0	180	46	30	16			134	

### 1. Мета дисципліни

Формування у студентів чітких уявлень щодо теорії та практики використання наноматеріалів в таких галузях, як оптоелектроніка, мікроелектроніка та наноелектроніка; оволодіння актуальними напрямками досліджень у прикладній фізиці; надання відповідних навички у розв'язанні задач, які виникають на практиці у різних галузях науки та техніки.

### *Вивчення дисципліни забезпечує формування компетентностей за ОП:*

ЗК01. 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.

ЗК02. 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.

ЗК03. 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.

ЗК06. Здатність сприймати та обробляти новітню інформацію з наукових джерел іноземною мовою.

ЗК09. Здатність розробляти проекти та управляти ними

СК01. Обізнаність у сфері основних положень сучасної філософії науки і техніки. Здатність оцінювати з філософських позицій досягнення у галузі прикладної фізики та наноматеріалів.

СК02. Здатність аналізувати взаємозв'язок філософських та наукових питань прикладної фізики та наноматеріалів з проблематикою сучасної прикладної етики і психологічних теорій.

СК04. Здатність реферувати, анувати та перекладати неадаптовану професійно-орієнтовану літературу.

СК08. Здатність переосмислювати наявне та створювати нове цілісне знання та/або професійну практику в галузі прикладної фізики та наноматеріалів.

СК09. Здатність адаптувати і узагальнювати результати сучасних досліджень, методів досліджень в галузі прикладної фізики та наноматеріалів для розв'язування наукових і прикладних завдань.

СК10. Здатність до добору адекватного експериментального обладнання, математичного апарату, прикладного комп'ютерного забезпечення на основі відомостей про об'єкт дослідження, визначати їх межі застосовності.

СК11. Здатність аналізувати одержані результати, надавати їм інтерпретацію та визначати межі придатності.

СК12. Здатність організовувати виконання робіт (проектів) в галузі прикладної фізики та наноматеріалів, оцінювати та забезпечувати їхню якість.

## 2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни.

Опанування дисципліни базується на отриманні попередніх базових знань з прикладної фізики та наноматеріалів. Дисципліна, що викладається, спирається на дисципліни: фізика твердого тіла, твердотільна електроніка, оптоелектроніка, функціональна електроніка, квантова радіофізика та нелінійна оптика.

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

№	Результати навчання за дисципліною	Програмні результати навчання за ОП	Номери тем
1	Опанування сучасних засобів спілкування за допомогою комп'ютерних технологій та мереж як в національному так і в іншомовному середовищах в галузі отримання та діагностики нанокompозитних матеріалів.	ПР 01. Володіти комунікативними навичками для спілкування в національному та іншомовному середовищах з фахівцями та нефхівцями щодо проблем в області філософської та наукової проблематики.	T1.1, T2.2, T3.2-T4.1
2	Отримання сучасних уявлень щодо застосування наноматеріалів для побудови приладів та пристроїв в різноманітних галузях і насамперед в галузі прикладної фізики та наноматеріалів.	ПР 09. Демонструвати глибокі знання в галузі прикладної фізики та наноматеріалів, зокрема засвоєння основних концепцій, сучасного стану наукових знань, оволодіння термінологією з наукового напрямку досліджень.	T1.2, T2.1, T3.2, T3.3
3	Отримання знань щодо застосування сучасного обладнання для експериментальних досліджень фізичних властивостей наноматеріалів; оволодіння математичними засобами та відповідним комп'ютерним забезпеченням для обробки експериментальних результатів	ПР 10. Уміти підбирати та застосовувати сучасне експериментальне обладнання, математичний апарат, прикладне комп'ютерне забезпечення для проведення досліджень у області прикладної фізики та наноматеріалів.	T3.1, T3.2

4	<p>Вміти на підставі аналізу експериментальних результатів щодо фізичних властивостей наноматеріалів запропонувати відповідні теорії для їх пояснення та практичного використання в якості сучасних приладів опто- та наноелектроніки. Отримання навичок щодо перспектив покращення властивостей наноматеріалів та перспектив їх практичного використання.</p>	<p>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.</p>	<p>T3.2- T4.1</p>
---	--	---	-----------------------

#### 4. Структура навчальної дисципліни.

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин*				
		лекції	практичні заняття	семінарські заняття	лабораторні заняття	самостійна робота
<b><i>Розділ 1. Характеристики квантоворозмірних структур</i></b>						
1	Тема 1.1 Квантоворозмірні структури - нові матеріали сучасної нано- та оптоелектроніки.	2				10
2	Тема 1.2 Зміна залежності густини квантових станів в квантоворозмірних структурах в порівнянні з об'ємним твердим тілом.	2	2			18
<b><i>Розділ 2. Електронні стани в квантоворозмірних структурах</i></b>						
3	Тема 2.1 Зміни зонних схем напівпровідників та металів в квантоворозмірних структурах в порівнянні з об'ємним твердим тілом.	4	4			18
4	Тема 2.2 Енергія, імпульс та хвильова функція для електронів в поодинокій квантовій ямі. Різновиди квантоворозмірних структур: квантові точки, квантові дроти, надграти.	6	4			16
<b><i>Розділ 3. Технології отримання квантоворозмірних структур</i></b>						
5	Тема 3.1 Технології, що використовуються для створення квантоворозмірних структур. Сучасні методи діагностики квантоворозмірних структур.	4				20
6	Тема 3.2 Нові технологічні досягнення та фізичні явища, які спостерігаються в квантоворозмірних структурах.	2	2			16
7	Тема 3.3 . Практичне застосування квантоворозмірних структур в нано- та оптоелектроніці.	6	4			20
<b><i>Розділ 4. Ефекти самоорганізації в квантоворозмірних структурах</i></b>						
8	Тема 4.1 Елементи самоорганізації, що спостерігаються в квантоворозмірних структурах.	4				16
<b>Всього</b>		30	16			134

#### Тематика практичних / семінарських / лабораторних занять

№ Теми	Тематика (назва) практичного / семінарського / лабораторного заняття	Кількість годин	Рекомендована література (№ з переліку)
<b><i>Розділ 1. Характеристики квантоворозмірних структур</i></b>			
Тема 1.2	Розрахунок залежності густини квантових станів в квантоворозмірних структурах та в об'ємних кристалах.	2	
<b><i>Розділ 2. Електронні стани в квантоворозмірних структурах</i></b>			
Тема 2.1	Аналіз змін зонних схем напівпровідників та	4	

	металів в квантоворозмірних структурах в порівнянні з об'ємними матеріалами.		
Тема 2.2	Розрахунок енергії, імпульсу та хвильової функції для електронів в поодинокій квантовій ямі та в зв'язаних квантових ямах. Різновиди квантоворозмірних структур: квантові точки, квантові дроти, надграти.	4	
<b><i>Розділ 3. Технології отримання квантоворозмірних структур</i></b>			
Тема 3.2	Аналіз нових технологічних досягнень та фізичних явищ, які спостерігаються в квантоворозмірних структурах.	2	
Тема 3.3	Аналіз застосування квантоворозмірних структур в нано- та оптоелектроніці.	4	
<b>Всього годин</b>		16	-

### Тематика самостійної роботи

№ Теми	Тема самостійної роботи	Кількість годин	Рекомендована література (№ з переліку)
Тема 1.1	Квантоворозмірні структури - нові матеріали сучасної нано- та оптоелектроніки. Опрацювання лекційного матеріалу.	10	
Тема 1.2	Зміна залежності густини квантових станів в квантоворозмірних структурах в порівнянні з об'ємним твердим тілом. Опрацювання лекційного матеріалу.	18	
Тема 2.1	Зміни зонних схем напівпровідників та металів в квантоворозмірних структурах в порівнянні з об'ємним твердим тілом. Опрацювання лекційного матеріалу.	18	
Тема 2.2	Енергія, імпульс та хвильова функція для електронів в поодинокій квантовій ямі. Різновиди квантоворозмірних структур: квантові точки, квантові дроти, надграти. Опрацювання лекційного матеріалу.	16	
Тема 3.1	Технології, що використовуються для створення квантоворозмірних структур: технологія MBE, технологія MOCVD, технологія ALE, технологія CVD, VPE. Сучасні методи діагностики квантоворозмірних структур. Опрацювання лекційного матеріалу.	20	
Тема 3.2	Нові технологічні досягнення та фізичні явища, які спостерігаються в квантоворозмірних структурах. Опрацювання лекційного матеріалу.	16	
Тема 3.3	Практичне застосування квантоворозмірних структур в нано- та оптоелектроніці: фотоелектричні прилади, світлодіоди, лазери, хімічні сенсори. Опрацювання лекційного матеріалу.	20	

Тема 4.1	Елементи самоорганізації, що спостерігаються в квантоворозмірних структурах. Опрацювання лекційного матеріалу	16	
<b>Всього годин</b>		<b>134</b>	<b>-</b>

## 5. Схема формування оцінки.

### 5.1 Шкала відповідності оцінювання:

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

### 5.2 Форми та організація оцінювання:

#### Поточний контроль:

Форма оцінювання	Строки проведення оцінювання (тижні викладання)	Максимальна кількість балів
Оцінювання рівня виконання самостійних завдань (есе / конспект / аналіз / виступ) T1.1–1.2	3	10
Оцінювання рівня виконання самостійних завдань (есе / конспект / аналіз / виступ) T2.1–2.2	5	10
Оцінювання рівня виконання самостійних завдань (есе / конспект / аналіз / виступ) T3.1–3.3	7	10
Оцінювання рівня виконання самостійних завдань (есе / конспект / аналіз / виступ) T4.1	12	10
Оцінювання рівня виконання завдань для практичних занять	3, 5, 7, 12	20 балів 46.×5=206.
<b>Максимальна кількість балів за поточне оцінювання</b>		<b>60</b>

#### Семестровий контроль:

Форма оцінювання	Максимальна кількість балів
Екзамен	40

### 5.3 Критерії оцінювання:

<b>Критерії оцінювання знань здобувачів*</b>	
<b>Оцінювання рівня виконання самостійних завдань (есе / конспект / аналіз / виступ)</b>	
<b>Бали</b>	<b>Критерій</b>
0-1 бал	Завдання не виконано / виконано поверхово, аналіз питання або відсутній або має фрагментарний характер, характеризується початковими уявленнями про поставлені проблемні питання. Власна думка відсутня.
2-5 бали	При розгляді питання відтворений основний навчальний матеріал, представлені загальні думки, власна точка зору відсутня.
6-8 бали	При розгляді питань визначені істотні ознаки понять, явищ, зв'язки між ними, поясненні основні закономірності, змістовно теоретично проаналізовані питання та визначені ситуації, зроблені відповідні висновки. В цілому робота структурована, логічна, обґрунтована, але відсутня власна точка зору на розглянуті питання.
9-10 балів	При розгляді проблемних питань можна побачити глибокі, міцні, системні знання матеріалу; застосований творчий підхід до розгляду проблемних питань, наведений аналіз різноманітних ситуацій, в межах яких вони виникають. Представлена власна точка зору, висвітлений власний досвід та особиста позиція.
<b>Оцінювання рівня виконання завдань для практичних занять</b>	
<b>Бали</b>	<b>Критерій</b>
0 бал	Завдання не виконано / виконано поверхово, характеризується початковими уявленнями про поставлені завдання.
1 бали	Завдання в повному обсязі не виконано
2 бали	Завдання виконано у повному обсязі, але не системно, фрагментарно
3 бали	Завдання виконано в повному обсязі, але є дрібні недоліки.
4 балів	Завдання виконано в повному обсязі, існують власні думки та пропозиції

## 6. Методи навчання, інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна:

Методи навчання:

- Самостійне навчання (опанування завдань для самостійної роботи у результаті аналізу та переосмислення рекомендованої навчальної та наукової літератури з інноваційної діяльності науковця).
- Інтерактивне навчання (дискусії).
- Словесні методи (лекції, пояснення)
- Наочні методи (презентації).
- Практичні методи (виконання практичних робіт та конкретних завдань).

Інструменти та обладнання:

Унікальне обладнання для отримання наноматеріалів криохімічним методом, методом ультразвукового піролізу аерозолі та самопоширювальним високотемпературним синтезом. Дифрактометр ДРОН-2, ЕПР радіоспектрометр RADIOPAN SE/X-2547 (2019), вібромагнітометр, оптичний спектрометр на базі монохроматора МДР-3 з різноманітними джерелами збудження об'єктів дослідження.

Програмне забезпечення:

Комп'ютерний клас на 10 робочих місць. Комп'ютери (Intel(R) Pentium (R) Gold G5400 CPU 3.70 GHz, оперативна пам'ять 4.00 ГБ, процесор x64)- 10 шт.



Програмне забезпечення: Microsoft Office 2010, Microsoft Office 2003, Пакет моделювання VisSim, Autodesk AutoCAD 2005, Mathworks MATLAB R2013b, Microsoft Visual Studio 2010 Enterprise edition, Adobe Photoshop CS6, Adobe Reader DJVUreader, Borland Delphi 7.0, Electronics Workbench, Пакет моделювання VisSim 5.0, Java Development Kit, Visual DSP++ 4.0, Borland C++ Builder 6.0, Python, MS Office 365, MS Teams, MS Forms, MS PowerPoint, платформа Zoom.

## **7. Рекомендована література:**

### ***Основна:***

1. Керамічні, склоподібні та квантоворозмірні напівпровідникові структури на основі оксидів і халькогенідів металів : Монографія / Коваленко О. В., Колбунов В. Р., Тонкошкур О. С., Тищенко В. В. Дніпропетровськ : Видавництво ДНУ, 2013. 344 с.
2. Наноструктури напівпровідникових сполук  $A_2B_6$  : Монографія / Корбутяк Д. В., Коваленко О. В., Будзуляк С. І., Мельничук О. В. Ніжин: Видавництво НДУ ім. М.Гоголя, 2020. 183 с.
3. Находкін Н., Шека Д. Фізичні основи мікро- та наноелектроніки. Київ: КНУ, 2005. 431 с.
4. Находкін Н, Сизов Ф. Елементи функціональної електроніки. Київ: УкрІНТЕЛ, 2002. 323 с.
5. Квантові низькорозмірні системи / Шпак А., Куницький Ю., Коротченко О., Смик С. Київ: Академперіодика, 2003. 312 с.
6. Заячук Д. М. Нанотехнології наноструктури. Львів: Львівська політехніка, 2009. 580 с.
7. Бабіч А. В., Коротун А. В. Методичні вказівки до лабораторного практикуму з дисципліни «Фізика низькорозмірних систем». Запоріжжя: ЗНТУ, 2015. 74 с.
8. Kovalenko A. V., Vorovsky V. Yu., Khmelenko A. V. The effect of heat treatment on the magnetic properties of ZnO:Mn nanocrystals obtained by ultrasonic aerosol pyrolysis. *Functional Materials*. 2020. Vol. 27, № 4. P. 687-694.

### ***Додаткова:***

1. Preparation of zinc oxide nanopowders doped with manganese, which have ferromagnetic properties at room temperature / Kovalenko A. V., Vorovsky V. Yu, Kushneryov A. I., Khmelenko O. V. *Functional Materials*. 2018. Vol. 25, №1. P. 61-66.
2. Kovalenko A. V., Khmelenko O. V., Plakhtiy E. G. The peculiarities of the properties of  $ZnS_xSe_{1-x}$  nanocrystals obtained by self-propagating high-temperature synthesis. *Functional Materials*. 2018. Vol. 25, №4. P. 665-669.
3. Kovalenko A. V., Plakhtii Ye. G., Khmelenko O. V. Research of Photoluminescence Spectra of  $ZnS_xSe_{1-x}$ :Mn Nanocrystals Obtained by Method of Self-propagating High-temperature Synthesis. *Journal of nano- and Electronic Physics*. 2019. Vol. 11, No 4, P. 4031-4035.
4. Modification of Surface of ZnO:Mn Nanocrystals Synthesized by the Cryochemical Method / Kovalenko A. V., Vorovsky V. Yu., Bulanyi M. F., Khmelenko O. V. *Journal of nano- and Electronic*. 2019. Vol. 11, No 5, P. 05034-05038.

## 8. Інформаційні ресурси:

1. Internet мережа: [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov), [www.highwire.edu](http://www.highwire.edu)
  2. Репозиторій ДНУ: <http://repository.dnu.dp.ua:1100>
  3. Бібліотека ДНУ <http://library.dnu.dp.ua/>
  4. Електронний каталог бібліотеки ДНУ <http://lib.dnu.dp.ua/>
  5. (<http://win10programs.com/mathcad-windows-10/>
  6. <http://mathcad.com.ua/tools-study.php>).
-