

Державний вищий навчальний заклад
«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
проректор з навчальної роботи
С.В. Шарин

« »

2021 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Морфологія поверхні твердого тіла

Освітньо-наукова програма 104 «Фізика та астрономія»

Освітній рівень третій (освітньо-науковий)

Спеціальність 104 «Фізика та астрономія»

Галузь знань 10 «Природничі науки»

Робоча програма «**Морфологія поверхневих структур конденсатів**» для
аспірантів спеціальності Фізика та астрономія.

Розробник:

Салій Я.П. – професор кафедри фізики і хімії твердого тіла

Робочу програму схвалено на засіданні фізики і хімії твердого тіла

Протокол від 22 червня 2020 року № 11

Завідувач кафедри управління

Фізики і хімії твердого тіла _____ Прокопів В.В.

(підпис)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
	Галузь знань Природничі науки Спеціальність 104 Фізика та астрономія	Нормативна	
Кількість кредитів – 3	Освітня програма Фізика та астрономія	Рік підготовки:	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: –		2-й	
Загальна кількість годин - 90		Семестр	
		3-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 4	Освітній рівень: третій (освітньо-науковий) PhD	20 год.	
		Практичні, семінарські	
		10 год.	.
		Лабораторні	
		год.	год.
		Самостійна робота	
		60 год.	
Індивідуальні завдання: __ год.			
Вид контролю: Екзамен			

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

На даний час важливим є питань технології вирощування тонких плівок, квантово-розмірних шарів, квантових ниток і квантових точок. Особливе місце займає питання зондових нанотехнологій. Зосереджено увагу на питанні потенціальних ям і бар'єрів, оскільки поведінка носіїв заряду у таких квантово-розмірних структурах – це їхня поведінка в квантових ямах різної вимірності і форми, оточених потенціальними бар'єрами різної висоти і ширини.

Розглянуто напівпровідникові надгратки. Головна увага звернута на механізми формування одновимірного періодичного потенціалу в таких структурах і тих наслідків, до яких приводить поява такого штучного періодичного потенціалу. Розглядаються практично важливі фізичні властивості напівпровідникових

надграток, серед яких акценти ставляться на оптичних властивостях, які дають змогу використовувати надгратки як ефективні поляризатори і фільтри світла, та на вольт-амперних характеристиках надграток, які є найважливішою властивістю таких структур і характер яких дає змогу ефективно застосовувати надгратки як підсилювачі і генератори електромагнітного випромінювання дальнього ІЧ діапазону.

Особлива увага приділена наноструктурам на основі вуглецю – фулеренам і нанотрубкам.

Мета курсу: ознайомлення з сучасними експериментальними та теоретичними методами розділу фізики твердого тіла морфології поверхневих наноструктур, формування системи знань та вмій, необхідних для самостійного виконання якісних та конкурентних наукових досліджень.

Цілі: Застосування законів фізики твердого тіла до розв'язування конкретних завдань.

У результаті вивчення дисципліни аспіранти повинні:

знати: морфологічні характеристики тонких плівок; особливості вирощування квантових об'єктів різної розмірності; основні результати взаємодії квантової частинки з потенціальним бар'єром, ямою; характеристики електронної системи в сильному магнітному полі; класифікацію вирощування нанооб'єктів.

вміти: розраховувати енергетичний спектр надграток; застосовувати теоретичні результати до реальних фізичних нанооб'єктів; використовувати закони квантової механіки до розрахунку властивостей нанорозмірних об'єктів.

Компетентності:

- ІК Здатність розв'язувати складні комплексні спеціалізовані задачі та практичні проблеми дослідницько-інноваційної діяльності у галузі фізики, що передбачає застосування теорій та методів фізики, математики та інженерії, проведення експериментальних і теоретичних досліджень, здійснення інновацій з метою переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та практик.
- ЗК05. Здатність до формування системного наукового світогляду, професійної етики та загального культурного кругозору.
- ЗК08. Здатність представляти наукові матеріали та аргументи у зручній та зрозумілій формі усно і письмово.
- ФК03. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології до аналізу великого обсягу даних, методи комп'ютерного моделювання, спеціалізоване програмне забезпечення та електронні ресурси у науковій та навчальній діяльності.
- ФК08. Здатність брати участь у дискусіях із досвідченими фізиками-науковцями стосовно наукового значення та потенційних наслідків отриманих результатів.

Результати навчання:

- ПРН01. Мати та здобувати знання у фізиці, включаючи методики проведення експериментів і технологій. Знання повинні бути достатніми для проведення наукових досліджень рівня світових досягнень і направленими на їх розширення та поглиблення.

- ПРН08. Розуміти загальні принципи та методи природничих наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних фізичних дослідженнях та у викладацькій практиці.
- ПРН09. Застосовувати сучасні методи аналізу для встановлення структури та фазового складу синтезованих сполук, вивчення кінетики та механізмів фізичних процесів.
- ПРН11. Розв'язувати наукові та науково-прикладні проблеми фізики, технології та матеріалознавства з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

3. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. **Нанотехнології.** Технологічні методи вирощування тонких плівок і квантово-розмірних шарів. Технологічні методи одержання квантових ниток. Технологічні методи одержання квантових точок.

Тема 2. **Квантово-розмірні структури та їхні властивості.** Потенціальна яма і потенціальний бар'єр. Вимірність системи і густина станів вільних електронів. Енергетичний спектр електронів у сильному магнітному полі. Рівні Ландау. Двовимірні структури. Фізичні властивості систем з двовимірними електронами. Одновимірні структури. Нульвимірні структури.

Тема 3. **Напівпровідникові надгратки.** Класифікація надграток. Енергетичний спектр надграток. Фізичні властивості надграток.

Тема 4. **Структури на основі вуглецю.** Деякі вступні відомості про вуглець і його структури. Фулерени. Вуглецеві нанотрубки.

Тема 5. **Поверхні.** Поверхневий натяг. Поверхневий натяг кристалів. Поверхневий тиск. Поверхневий натяг розчинів. Поверхневий натяг розчинів сильних електролітів. Адсорбція. Змочування. Крайовий кут.

Утворення зародків при фазових переходах. Неможливість існування фаз в одновимірних системах.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
го		л	п	лаб	інд	с.р.		о	л	п	лаб	інд
1	2	3	4	5	6	7						
Тема 1. Нанотехнології.	18	4	2			12						
Тема 2. Квантово-розмірні структури та їхні властивості.	18	4	2			12						
Тема 3. Напівпровідникові надгратки.	18	4	2			12						
Тема 4. Структури на основі вуглецю.	18	4	2			12						
Тема 5. Поверхні.	18	4	2			12						
Усього годин	90	20	10			60						

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Технологічні методи одержання квантових ниток.	2
2	Вимірність системи і густина станів вільних електронів.	2
3	Класифікація надграток.	2
4	Відомості про вуглець і його структури.	2
5	Адсорбція. Змочування. Крайовий кут.	2
Разом		10

6. Теми лабораторних занять

Відповідно до робочої програми з дисципліни «Морфологія поверхневих наноструктур конденсатів» лабораторні заняття не заплановані

7. Самостійна робота

Самостійна робота аспірантів – невід’ємна складова частина навчально-наукового процесу, яка відіграє важливу роль у процесі формування майбутнього спеціаліста.

Мета самостійної роботи – набуття навичок щодо вирішення конкретних практичних завдань і використання отриманих знань у подальшій практичній діяльності.

Самостійна робота при вивченні курсу складається з різних її видів:

- підготовка до аудиторних занять (лекцій, семінарів, практичних занять);
- завершення розпочатих на практичних заняттях завдань, передбачених робочою програмою курсу;
- самостійне опрацювання окремих тем навчальної дисципліни згідно з навчально-тематичним планом.

Підготовка до лекційного заняття передбачає обов’язкове вивчення матеріалу попередньої лекції і ознайомлення з матеріалами наступної лекції (підручники, посібники).

Підготовка до практичних занять передбачає обов’язкове вивчення отриманого теоретичного матеріалу з метою подальшого застосування знань на практичних заняттях, у наступній практичній діяльності. При підготовці до заняття відповідної теми необхідно детально вивчити конспект лекції, підручник (навчальний посібник) та коротко законспектувати засвоєний матеріал. Практичні заняття передбачають вивчення теоретичного матеріалу та виконання завдань. Аспірант самостійно завершує у позааудиторних умовах розпочаті в аудиторіях завдання і здає у час, який встановлює викладач.

Виконувати завдання необхідно в такій послідовності:

- ознайомитись із завданням і вивчити його умову;
- визначити методи (прийоми) розв’язання кожної конкретної ситуації;
- безпосередньо почати розв’язувати завдання;
- обґрунтувати висновки і пропозиції згідно з отриманими результатами;
- виконане завдання належно оформити;
- захистити завдання (якщо це встановлено робочою програмою дисципліни) відповідно до встановленого графіка самостійної роботи.

Якщо передбачений програмою обсяг завдань аспірант не виконав і не захистив, то до іспиту його не допускають.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Технологічні методи одержання квантових точок.	12
2	Енергетичний спектр електронів у сильному магнітному полі.	12
3	Енергетичний спектр надґраток.	12
4	Фулерени. Вуглецеві нанотрубки.	12
5	Утворення зародків при фазових переходах.	12
Разом		60

8. Індивідуальні завдання

Відповідно до робочої програми з дисципліни «Морфологія поверхневих наноструктур конденсатів» індивідуальні завдання не заплановані.

9. Методи навчання

Словесні (навчальна лекція, пояснення, розповідь, бесіда, навчальна дискусія, диспут). Наочні (спостереження, демонстрування). Практичні (експериментальні навички). Проблемно-пошукові (розв'язання проблемних ситуацій і завдань, проблемне викладення). Методи за логікою руху змісту навчального матеріалу (індуктивні, дедуктивні).

За характером пізнавальної діяльності, при вивченні дисципліни «Морфологія поверхневих наноструктур конденсатів» використовуються: пояснювально-наочний проблемний виклад; частково-пошуковий та дослідницький методи.

10. Методи контролю

Методами контролю з дисципліни «Морфологія поверхневих наноструктур конденсатів» є поточний та підсумковий контроль.

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Формами проведення поточного контролю з дисципліни є:

- усні опитування на практичних заняттях;
- захисти підготовлених завдань (на лекційних та практичних заняттях);
- тестування тощо.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінки результатів навчання на освітньому рівні бакалавра. Підсумковий контроль з дисципліни «Морфологія поверхневих наноструктур конденсатів» включає семестровий контроль у формі екзамену.

Критерії оцінювання рівня знань на практичних заняттях, при виконанні самостійних та індивідуальних завдань:

5 балів – коли аспірант дає обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді на запитання, рішення завдань правильні, демонструє знання навчально-методичної літератури, наводить узагальнення і висновки, був присутній на лекціях і практичних заняттях;

4 бали – коли аспірант знає викладений матеріал на «відмінно», але ним допущені незначні помилки у формулюванні термінів, категорій, розрахунків, коли за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Присутність на лекціях і практичних заняттях обов'язкова;

3 бали – коли аспірант дає неправильну відповідь на одне запитання або на всі запитання дає малообґрунтовані, невичерпні відповіді, припускається грубих помилок у розрахунках і тільки за допомогою викладача може виправити допущені помилки;

2 бали – коли аспірант дає неправильні відповіді на 2-3 запитання, припускається грубих помилок у розрахунках і не може їх виправити, погано орієнтується в лекційному матеріалі;

1 бал – аспірант отримує за умови, якщо не зміг викласти зміст питання, погано орієнтується в матеріалі; відсутні логічна послідовність висловлювань та зміст відповіді; виконане завдання містить багато помилок, що заважають розумінню загального змісту;

0 балів – відповідь відсутня.

11. Оцінювання

Під час навчання студенти можуть отримати такі бали: Назва контролю	Мак кількість балів	Примітки
Практичні заняття	50	5 практичних занять (робота в групах в аудиторії)
Екзамен	50	Мін оцінка допуску – 25 Мак оцінка допуску – 50
Разом:	100	Відмінно!

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80 – 89	B	добре	
70 – 79	C		
60 – 69	D	задовільно	
50 – 59	E		
26 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-25	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

12. Перелік питань, які виносяться на екзамен

1. Технологічні методи вирощування тонких плівок і квантово-розмірних шарів.
2. Технологічні методи одержання квантових ниток.
3. Технологічні методи одержання квантових точок.
4. Потенціальна яма і потенціальний бар'єр.
5. Вимірність системи і густина станів вільних електронів.

6. Енергетичний спектр електронів у сильному магнітному полі. Рівні Ландау.
7. Двовимірні структури. Фізичні властивості систем з двовимірними електронами.
8. Одновимірні структури. Нульвимірні структури.
9. Класифікація надграток. Енергетичний спектр надграток.
10. Фізичні властивості надграток.
11. Структури на основі вуглецю.
12. Фулерени.
13. Вуглецеві нанотрубки.
14. Поверхневий натяг кристалів.
15. Поверхневий натяг розчинів.
16. Поверхневий натяг розчинів сильних електролітів.
17. Адсорбція. Змочування. Крайовий кут.
18. Утворення зародків при фазових переходах. Неможливість існування фаз в одновимірних системах.

13. Рекомендована література

1. Заячук Д.М. Нанотехнології і наноструктури. Львів. 2009.
2. Ландау Л.Д. Лифшиц Е.М. Квантовая механика: Нерелятивистская теория М.: Наука, 1974.
3. Анатычук Л.И., Семенюк В.А. Оптимальное управление свойствами термоэлектрических материалов и приборов Черновцы, ПРУТ, 1992.
4. Юхновський І. Р. Основи квантової механіки навч. Посібник, 2-ге вид., перероб. і доп. К.:Либідь, 2002