

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»**

Факультет/інститут фізико-технічний

Кафедра фізики і хімії твердого тіла

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Нанотехнології і наноматеріали

Освітня програма бакалавра

Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь знань 10 Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол №3 від 23 жовтня 2019 р.

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Результати навчання (компетентності)
5. Організація навчання курсу
6. Система оцінювання курсу
7. Політика курсу
8. Рекомендована література

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Нанотехнології і наноматеріали
Викладач (-і)	Никируй Любомир Іванович
Контактний телефон викладача	59-60-82
E-mail викладача	lyubomyr.nykyruy@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	денна
Обсяг дисципліни	6 кредитів
Посилання на сайт дистанційного навчання	http://www.d-learn.pu.if.ua/
Консультації	Згідно розкладу
2. Анотація до курсу	
Дисципліна «Нанотехнології і наноматеріали» є вибірковою дисципліною циклу дисциплін вільного вибору студентів і націлена на надання студентам знань про класифікацію та поділ напівпровідникових квантових структур на нульвимірні, одновимірні та двовимірні; основні фізичні явища та особливості перебудови енергетичного спектру в низькорозмірних напівпровідникових системах; особливості прояву квантово-розмірних ефектів в нульвимірних, одновимірних та двовимірних структурах; явище квантування енергетичного спектру електронів в сильних магнітних полях як в об'ємних напівпровідниках, так і в двовимірних системах; оптичні процеси за участю екситонних збуджень в квантових точках різного радіуса; основні технологічні методи одержання квантових шарів, нанониток, наночастинок та надграток; класифікацію напівпровідникових надграток та їхні фізичні властивості; можливості практичного застосування напівпровідникових квантових структур і надграток в опто-, мікро-, нанoeлектроніці та сучасних технологіях.	
3. Мета та цілі курсу	
Метою викладання дисципліни є ознайомлення студентів з новими можливостями сучасної фізики, зокрема, матеріалознавства, завдяки переходу від макро- спочатку до мікро-, а тепер і до наносвіту. У курсі розглянуті питання, які стосуються класифікації наноматеріалів, методів їх отримання, дослідження, а також розглянуто існуючі та перспективні напрямки практичного застосування матеріалів нанорозмірів. Курс дозволяє розширити світогляд студента та виробити навички для самостійної роботи. У результаті вивчення дисципліни студенти повинні: знати - існуючу класифікацію наноматеріалів; - основні принципи практичного отримання нанорозмірних матеріалів; - фізичну суть сучасних методів дослідження наноматеріалів; - властивості, технологічні аспекти отримання та застосування окремих класів наноматеріалів, зокрема, фулеренів; - основні закони теоретичного опису наноструктур та аналізу їх властивостей. вміти - використовувати отримані знання для розв'язання сучасних задач; - прогнозувати підходи щодо отримання новітніх матеріалів із наперед заданими фізичними властивостями; - практично застосовувати свої знання щодо оптимізації фізичних властивостей базових матеріалів сучасної електроніки при пониженні їх розмірності; - уміти користуватися набутими знаннями при розгляді різноманітних практичних задач; самостійно підготувати та зробити доповідь по сучасному стану нанорозмірного матеріалознавства, використовуючи самостійний літературний пошук.	
4. Компетентності	
ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі прикладної фізики і наноматеріалів, що передбачає застосування теорій та методів фізики, математики та інженерії, алгоритмів, інформаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення і характеризується певною невизначеністю умов, проведення експериментальних і теоретичних досліджень, здійснення інновацій.	

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
 ЗК06. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.
 ЗК07. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
 ФК01. Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів.
 ФК02. Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.
 ФК04. Здатність брати участь у впровадженні результатів досліджень та розробок.
 ФК07. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

5. Результати навчання

ПР1. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.
 ПР 3. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.
 ПР4. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.
 ПР5. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.
 ПР6. Відшуковувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.
 ПР7. Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики.
 ПР12. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.

6. Організація навчання курсу

Обсяг курсу					
Вид заняття			Загальна кількість годин		
лекції			26		
семінарські заняття / практичні /			14		
лабораторні заняття			20		
самостійна робота			120		
Ознаки курсу					
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний/ вибірковий		
3	105 Прикладна фізика та наноматеріали	2	Вибіркова дисципліна (вільного вибору студента)		
Тематика курсу					
Тема, план	Форма заняття	Література	Завдання, год	Вага оцінки	Термін викона ння
Тема 1. Нанотехнології та розвиток кар'єри у прикладній фізиці [16]. Квантові точки, квантові нитки, квантові стінки. Класифікація наноматеріалів. Віскери, високотемпературні надпровідники. Фотонні кристали. Нанотрубки	Лекція (2 год) прак. занят. (2 год)	Згідно списку літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати,	1-5 балів,	Згідно розкладу занять

			визначити причини, наслідки, узагальнити, (10 год.)		
Тема 2 . Розмірні ефекти, квантово-розмірні ефекти. Фізичні основи квантово-розмірних структур. Густина станів у низькорозмірних системах	Лекція (2 год) прак. занят. (2 год)	Згідно списку літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити (10 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу у занять
Тема 3. Алмази і алмазоподібні матеріали. Технологія алмазів і алмазоподібних матеріалів Лабораторне робота 1. Технологія алмазів і алмазоподібних матеріалів	Лекція (2 год) Лаб.роб (4 год.)	Згідно списку літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи. Розробити схему, провести дослідження, розрахувати на основі експерименту , розробити, створити модель, спрогнозувати (10 год.)	1-5 балів,,	Згідно розкладу у занять
Тема 4. Фулерени і матеріали на їх основі. Вуглецеві нанотрубки. Фрактали у фізиці твердого тіла. Моно- і мультифрактали. Фрактальні агрегати .	Лекція (2 год) прак. занят. (2 год)	Згідно списку літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити (10 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу у занять
Тема 5. Методи синтезу наноматеріалів. Отримання напівпровідникових наноматеріалів: літографія, епітаксія. Лабораторна робота 2. Отримання напівпровідникових наноматеріалів епітаксійними методами .	Лекція (2 год) Лаб.роб (4 год.)	Згідно списку літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи. Розробити схему, провести дослідження, розрахувати на основі експерименту , розробити, створити модель, спрогнозувати (10 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу у занять
Тема 6. Самоорганізація та самозбірка у	Лекція (2 год.)	Згідно списку	Пояснити, узагальнити,	1-5 балів,	Згідно розклад

нанотехнологіях. Основні властивості самоорганізованих систем. Використання самоорганізації в нанотехнологіях.	прак. занят. (2 год.)	літератури	порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити (10 год.)		у занять
Тема 7. Методи хімічного збирання поверхневих наноструктур. Отримання гетероструктур з квантовими точками. Методи отримання вуглецевих наноматеріалів	Лекція (2 год.) прак. занят. (2 год.)	Згідно списку літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити (10 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу занять
Тема 8. Дослідження топографії поверхні твердих тіл методом атомно-силовий мікроскопії в контактному режимі Лабораторна робота 3. Дослідження топографії поверхні твердих тіл методом атомно-силовий мікроскопії в контактному режимі	Лекція (2 год.) Лаб.роб (4 год.)	Згідно списку літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи. Розробити схему, провести дослідження, розрахувати на основі експерименту, розробити, створити модель, спрогнозувати (10 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу занять
Тема 9. Дослідження топографії поверхні твердих тіл методом атомно-силовий мікроскопії в безконтактному режимі Лабораторна робота 4. Дослідження топографії поверхні твердих тіл методом атомно-силовий мікроскопії в безконтактному режимі	Лекція (2 год.) Лаб.роб (4 год.)	Згідно списку літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи. Розробити схему, провести дослідження, розрахувати на основі експерименту, розробити, створити модель, спрогнозувати (10 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу занять
Тема 10. Принцип роботи і будова електронного просвічуючого мікроскопа у вивченні структури твердих тіл	Лекція (2 год.)	Згідно списку літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи. Розробити схему, провести	1-5 балів,	Згідно розкладу занять

Лабораторна робота 5. Принцип роботи і будова електронного просвічуючого мікроскопа у вивченні структури твердих тіл	Лаб.роб (4 год.)		дослідження, розрахувати на основі експерименту, розробити, створити модель, спрогнозувати (10 год.)		
Тема 11. Практичне застосування наноматеріалів. Одноелектронний транзистор. Квантовий комп'ютер.	Лекція (2 год.) прак. занят. (2 год)	Згідно списку літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити (10 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу у занять
Тема 12. Гетероструктури – основа сучасних напівпровідникових технологій. Гетероструктури з квантовими ямами і над ґратками.	Лекція (2 год.) прак. занят. (2 год)	Згідно списку літератури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити (10 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу у занять
Разом	100 балів				

7. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання курсу	Для перевірки знань, умінь і навичок студентів при вивченні навчальної дисципліни використовуються такі форми контролю: - поточний; - підсумковий (екзамен). Поточний контроль передбачає оцінювання контрольної роботи, усні відповіді на парі, опитування теоретичних відомостей лабораторної роботи та результати тестування студентів (50 балів). Підсумковий контроль здійснюється на основі складання іспиту (50 балів).
Вимоги до письмової роботи	Звіт по лабораторних роботах включає зазначення мети та завдання лабораторної роботи, вихідні дані, основні результати. Виконання звіту закінчується висновком, який є коротким підсумком лабораторної роботи.
Семінарські заняття	-
Умови допуску до підсумкового контролю	Студент допускається до підсумкового контролю за наявності звітів до лабораторних робіт та виконанню всіх лабораторних та контрольних робіт, а також результатів поточного та підсумкового тестування.

8. Політика курсу

Жодні форми порушень академічної доброчесності не толеруються.
У випадку таких подій – реагування відповідно до Положення 1 Положення та Кодексу честі.

9. Рекомендована література

1. Заячук Д.М..Нанотехнології і наноструктури.Львів:"Львівська політехніка", 2009 .-580 с.

2. Ковальчук Б.М., Кремнев В.В. .Сильноточные наносекундные коммутаторы .Новосибирск: Наука, 1979 .-176 с.
3. Б.К.Остафійчук, І.М.Будзуляк, І.І.Григорчак, І.Ф.Миронюк.Наноматеріали в пристроях генерування і накопичення електричної енергії.Ів.-Франк.:ВДВ ЦІТ, 2007 .-206 с.
4. Находкін М.Г., Шека Д.І.Фізичні основи мікро- та наноелектроніки.К.: Київський ун-т, 2005 .-431 с.
5. Рагуля А.В., Скороход В.В. .Консолидированные наноструктурные материалы .К.: Наукова думка, 2007 .-376 с.
6. .Большая книга о малом наномире .Луганск:Альма-матер,2008 .-531 с.
7. Грузинцев А.Н., Емельченко Г.А., Ермолаева Ю.В., и др..Материалы для нанофотоники: формирование и свойства наночастиц и наноструктур.Харьков: "ИСМА", 2010 .-400 с.
8. Азаренко Н.А., Береснев В.М., Погребняк А.Д., та ін. .Наноматериалы, нанопокрyтия, нанотехнологии.Харків:ХНУ имени В.Н.Каразина, 2009 .-209 с.
9. Фреїк Д.М., Никируй Л.І., Чобанюк В.М..Фізика твердого тіла. Лабораторний практикум. Частина 1. Кристалічна структура.Ів.-Франк.: ВДВ ЦІТ, 2009 .- 138 с.
10. Демиховский В.Я..Квантовые ямы, нити, точки: Что это такое?.Соросовский Образовательный Журнал. 1997. № 5. С. 80-86
11. Борисенко В.Е..Нанoeлектроника – основа информационных систем XXI века.Соросовский Образовательный Журнал. 1997. № 5. С. 100-104.
12. С.П.Губин.Химия кластеров.М.: Наука, 1987
13. Суздаев И.П., Суздаев П.И..Нанокластеры и нанокластерные системы.Успехи Химии - 2001. Т.70. №.3. С.203-240
14. .Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології.К.:Академперіодика,2004 .-699 с.
15. [Студентський путівник \(pnu.edu.ua\)](http://pnu.edu.ua)

Допоміжна

16. И.В. Медихов. Тенденции развития нанохимии // Рос. Хим. Ж. XLVI, № 5, 2002.
17. Е.Ф. Шека. Квантовая нанотехнология и квантовая химия // Рос. Хим. Ж. XLVI, № 5, 2002.
18. М. Роко. Перспективы развития нанотехнологии: национальный программы, проблемы образования // Рос. Хим. Ж. XLVI, № 5, 2002.
19. В.В. Жиков. Фракталы // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – С. 109-116
20. А.А. Малыгин. Поверхности и нанотехнология // Соросовский образовательный журнал. – Т. 8, № 1. – 2004. – С. 109-116
21. Б.И. Белявский. Физические основы полупроводниковой наноэлектроники // Соросовский образовательный журнал. – Т. 8, № 2. – 1998. – С. 92-98
22. Фреїк Д. М.
23. Напівпровідникові наноматеріали, нанотехнології та наноелектроніка//.-Ів.-Франківськ:Плай,2008.-№1(1) .-/ЧислоС. 74-112
24. Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології [Текст]:зб. наук. праць.Т.7,Вип.3 .-К.:РВВ ІМФ,2009 .-308 с.
25. Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології [Текст]:зб. наук. праць.Т.7,Вип.2 .-К.:РВВ ІМФ,2009 .-318 с.

Викладач _____ Никируй Л.І.