

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

Фізико-технічний факультет

Кафедра фізики і хімії твердого тіла

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Нанотехнології і наноматеріали

Освітня програма Медична фізика, Матеріали та системи відновлювальної енергетики

Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь знань 10 Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол №9 від 07 квітня 2022 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	Наноматеріали і нанотехнології
Викладач (-і)	Никируй Любомир Іванович
Контактний телефон викладача	+38095 6991785
Е-mail викладача	lyubomyr.nykyruy@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Очна
Обсяг дисципліни	6 кредитів
Посилання на сайт дистанційного навчання	http://www.d-learn.pu.if.ua/
Консультації	Згідно з графіком консультацій
2. Анотація до курсу	
<p>Дисципліна «Нанотехнологій 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.</p>	
3. Мета та цілі курсу	
<p>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.</p> <p>Курс дозволяє розширити світогляд студента та виробити навички для самостійної роботи.</p> <p>У результаті вивчення дисципліни студенти повинні:</p> <p>Знати</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Вміти</p> <ul style="list-style-type: none"> • використовувати отриманні 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. Організація навчання курсу	
Обсяг курсу	
Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	26
семінарські заняття / практичні	14
лабораторні	20
самостійна робота (виконання індивідуальних завдань)	120

Ознаки курсу					
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибірковий		
3	105 Прикладна фізика та наноматеріали	2	Вибіркові дисципліни (дисципліни вільного вибору ВНЗ)		
Тематика курсу					
Тема, план	Форма заняття	Література	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання

Тема 1. Нанотехнології та розвиток кар'єри у прикладній фізиці. Квантові точки, квантові нитки, квантові стінки. Класифікація наноматеріалів. Віскери, високотемпературні надпровідники. Фотонні кристали. Нанотрубки	Лекція (2 год) прак. занят. (2 год)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної (10 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу занять
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	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної (10 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу занять
Тема 3. Алмази і алмазоподібні матеріали. Технологія алмазів і алмазоподібних матеріалів	Лекція (2 год) Лаб. роб. (4 год.)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної (10 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу занять

<p>Тема 4. Фулерени і матеріали на їх основі. Вуглецеві нанотрубки. Фрактали у фізиці твердого тіла. Моно- і мультифрактали. Фрактальні агрегати</p>	<p>Лекція (2 год) прак. занят. (2 год)</p>	<p>Згідно списку літератури</p>	<p>Опрацювати лекційні питання і питання самостійної (10 год.)</p>	<p>1-5 балів,</p>	<p>Згідно розкладу занять</p>
<p>Тема 5. Методи синтезу наноматеріалів. Отримання напівпровідникових наноматеріалів: літографія, епітаксія.</p>	<p>Лекція (2 год) Лаб. роб. (4 год.)</p>	<p>Згідно списку літератури</p>	<p>Опрацювати лекційні питання і питання самостійної (10 год.)</p>	<p>1-5 балів,</p>	<p>Згідно розкладу занять</p>
<p>Тема 6. Самоорганізація та самозбірка у нанотехнологіях. Основні властивості самоорганізованих систем. Використання самоорганізації в нанотехнологіях.</p>	<p>Лекція (2 год) прак. занят. (2 год)</p>	<p>Згідно списку літератури</p>	<p>Опрацювати лекційні питання і питання самостійної (10 год.)</p>	<p>1-5 балів,</p>	<p>Згідно розкладу занять</p>
<p>Тема 7. Методи Хімічного збирання Поверхневих наноструктур. Отримання гетероструктур з квантовими точками. Методи отримання вуглецевих наноматеріалів</p>	<p>Лекція (2 год) прак. занят. (2 год)</p>	<p>Згідно списку літератури</p>	<p>Опрацювати лекційні питання і питання самостійної (10 год.)</p>	<p>1-5 балів,</p>	<p>Згідно розкладу занять</p>
<p>Тема 8. Дослідження топографії поверхні твердих тіл методом атомно-силової мікроскопії в контактному режимі Лабораторна робота</p>	<p>Лекція (2 год) Лаб. роб. (4 год.)</p>	<p>Згідно списку літератури</p>	<p>Опрацювати лекційні питання і питання самостійної (10 год.)</p>	<p>1-5 балів,</p>	<p>Згідно розкладу занять</p>

Тема 9. Дослідження топографії поверхні твердих тіл методом атомно-силової мікроскопії в безконтактному режимі	Лекція (2 год) Лаб. роб. (4 год.)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної (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) Лаб. роб. (4 год.)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної (10 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу занять
Тема 11. Практичне застосування наноматеріалів. Одноелектронний транзистор. Квантовий комп'ютер.	Лекція (2 год) прак. занят. (2 год)	Згідно списку літератури	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної (10 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу 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	Опрацювати лекційні питання і питання самостійної (10 год.)	1-5 балів,	Згідно розкладу занять

6. 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: <ul style="list-style-type: none"> - Тестування у системі Coursera (курс Nanotechnology: A Maker's Course) – 20 балів - Поточне тестування – 10 балів - Лабораторні роботи – 25 балів (5 робіт по 5 балів) - Усна презентація – 5 балів - Підсумковий контроль здійснюється на основі складання іспиту (40 балів).
Вимоги до письмової роботи	-

Семінарські заняття	-
Умови допуску до підсумкового контролю	Студент допускається до підсумкового контролю за наявності виконаних контрольних робіт та виконанню, а також результатів виконання лабораторних / практичних занять.
7. Політика курсу	
Жодні форми порушень академічної доброчесності не толеруються. У випадку таких подій – реагування відповідно до Положення 1 <u>Положення</u> та <u>Кодексу честі</u> .	
8. Рекомендована література	
Базова	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Заячук Д.М..Нанотехнології і наноструктури.Львів:"Львівська політехніка", 2009 .-580 с. 2. 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. 3. Находкін М.Г., Шека Д.І..Фізичні основи мікро- та наноелектроніки.К.: Київський ун-т, 2005 .-431 с. 4. Рагуля А.В., Скороход В.В. .Консолидированные наноструктурные материалы .К.: Наукова думка, 2007 .-376 с. 5. Большая книга о малом наномире .Луганск:Альма-матер,2008 .-531 с. 6. 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. 7. Азаренко Н.А., Береснев В.М., Погребняк А.Д., та ін. .Наноматеріали, нанопокриття, нанотехнології.Харків:ХНУ імені В.Н.Каразіна, 2009 .-209 с. 8. 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. 9. Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології.К.:Академперіодика,2004 .-699 с. 10. Студентський путівник (pnu.edu.ua) 11. Напівпровідникові наноматеріали, нанотехнології та наноелектроніка//.-Ів.-Франківськ: Плай, 2008. - №1(1) .-// ЧислоС. 74-112 12. Наносистеми,наноматеріали,нанотехнології [Текст]:зб. наук. праць.Т.7,Вип.3 .-К.:РВВ ІМФ,2009 .-308 с. 	

Викладач

_____Никируй Л.І.