

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ
Кафедра прикладної фізики та вищої математики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор інституту
Ігор ПАНАСЮК
« 28 » 06 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

Вуглецеві наноструктури

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Освітня програма: Нано- та мікротехнології в дизайні

Інститут /Факультет Інститут інженерії та інформаційних технологій

Київ 2024 рік

РОЗРОБЛЕНО: Київський національний університет технологій та дизайну

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Ковальчук О.В., д.ф-м.наук, с.н.с., професор кафедри ПФВМ

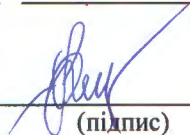
Схвалено Вченою Радою Інституту інженерії та інформаційних технологій

Протокол від « 28 » 06 2024 року № 10

Директор інституту  Ігор ПАНАСЮК
(підпис)

Обговорено та рекомендовано на засіданні кафедри прикладної фізики та вищої математики

Протокол від « 19 » 06 2024 року № 11

Завідувач кафедри  Оксана ЛАГОДА
(підпис)

1 Опис дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <u>10 Природничі науки</u>	Обов’язкова	
Змістових модулів – 1	Спеціальності: 105 Прикладна фізика та наноматеріали,		
		Рік підготовки:	
Індивідуальне науково-дослідне завдання - <u> </u>			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
для денної форми навчання – 48/102

2 Анотація дисципліни

Робоча програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

Змістовий модуль 1. Структурні форми вуглецю та їх властивості

Змістовий модуль 2. Властивості вуглецевих наноструктур

Мета курсу: набуття компетентностей: розуміти технології виготовлення вуглецевих наноструктур і фізичні механізми процесів, які відбуваються в них при дії зовнішніх і внутрішніх чинників; здатність продемонструвати знання характеристик і властивостей наноматеріалів та процесів їх виробництва; аналізувати можливості застосування вуглецевих наноструктур в різних галузях народного господарства і, зокрема, для створення на різних етапах дизайн-об'єктів; здатність аналізувати можливості використання наноструктурних матеріалів для забезпечення функціональних властивостей об'єктів дизайну; знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

Результати навчання:

знати: особливості технологій виготовлення вуглецевих наноструктур, фізичні властивості вуглецевих наноструктур та можливості їх використання, властивості та методи отримання й застосування наноматеріалів та наноструктурних об'єктів;

вміти: аналізувати вплив включення нанооб'єктів до класичних матеріалів на принципово нові функціональні властивості цих матеріалів, вміти використати практичні навички вирішення завдань, що передбачають реалізацію проєктів з використанням наноструктурних матеріалів і проведення необхідних досліджень; відшуковувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації;

здатен продемонструвати: знання характеристик і властивостей наноматеріалів та процесів їх виробництва; здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

володіти навичками: щодо технологій виготовлення вуглецевих наноструктур та вивчення їх фізичних властивостей, вирішення завдань, що передбачають реалізацію проєктів з використанням наноструктурних матеріалів і проведення необхідних досліджень; аналізувати вплив включення нанооб'єктів до класичних матеріалів на принципово нові функціональні властивості цих матеріалів.

Програмні результати навчання: ПРН 5, ПРН 7, ПРН 18, ПРН 20.

Необхідні навчальні компоненти (пререквізити, кореквізити і пост реквізити): вища математика, фізика, концепція використання наноматеріалів в дизайні, методи отримання наноматеріалів.

Види навчальних занять: лекція, лабораторне, консультація.

Методи навчання: словесний, пояснювально-демонстраційний, метод проблемного викладання.

Методи контролю: усний (*усне опитування*), письмовий (*завдання, задачі*), тестовий.

Форми підсумкового контролю: екзамен (семестр 3).

Засоби діагностики успішності навчання: індивідуальні завдання для розрахункових робіт, перелік питань для модульного, підсумкового контролю та проведення практичних занять, комплекти тестових завдань для проведення практичних занять, до модульного та підсумкового контролю.

Мова навчання: українська.

3 Програма дисципліни

СЕМЕСТР 3

Змістовий модуль 1. Структурні форми вуглецю та їх властивості

ТЕМА 1. Вуглець. Вуглець як хімічний елемент. Поширеність вуглецю в природі. Коротка історія відкриття та вивчення атомарного вуглецю. Будова атому вуглецю, гібридизація його атомних орбіталей та характер утворюваних ним зв'язків. Алотропні форми вуглецю та матеріали на їх основі.

ТЕМА 2. Різного типу структури вуглецю у твердому стані. Графіт. Алмаз. Загальна характеристика алмазу. Історія отримання штучних алмазів. Карбін – наноалотропна форма вуглецю.

ТЕМА 3. Фізичні властивості вуглецевих структур. Теплопровідність. Теплоємність. Теплове розширення. Фазові перетворення. Механічні властивості. Електропровідність.

ТЕМА 4. Фулерени. Історія відкриття фулеренів. Види фулеренів, їх позначення та термінологія. Будова і властивості молекул фулеренів C₆₀ та C₇₀. Основні хімічні властивості фулеренів. Природні фулерени. Синтез похідних фулеренів. Виділення та розділення фулеренів.

ТЕМА 5. Фулерити. Фулеренні похідні. Фулерити і їх електронна будова. Надпровідність металофулеренів.

Змістовий модуль 2. Властивості вуглецевих наноструктур

ТЕМА 6. Ендоедральні структури. Вуглецеві нанотрубки (ВНТ). Основні поняття. Будова і електронна структура. Електронні властивості ВНТ. Методи одержання ВНТ.

ТЕМА 7. Методи отримання вуглецевих наноструктур. Метод одержання вуглецевих наноструктур у дуговому розряді. Метод лазерного випаровування. Хімічне висадження із газової фази. Метод плазмохімічного висадження із газової фази. Метод каталітичного піролізу.

ТЕМА 8. Властивості вуглецевих наноструктур. Загальні фізичні властивості. Механічні властивості. Теплопровідність. Електричні властивості. Оптичні властивості наноструктур.

ТЕМА 9. Графен. Одержання графену. Основні властивості графену. Структура графену. Електронні властивості графену. Рухливість носіїв заряду і електронна маса в графені.

4 Структура дисципліни

Назви змістових модулів (розділів) і тем	Кількість годин													
	Денна форма здобуття вищої освіти							Заочна форма здобуття вищої освіти						
	усього	у тому числі:						усьог о	у тому числі:					
		л	пр	лаб	сем	інд	СРС		л	пр	лаб	сем	інд	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Освітній компонент 1														
Семестр 3.														
Семестр 3. Розділ 1. Структурні форми вуглецю та їх властивості														
Тема 1. Вуглець	14	2	2	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Різного типу структури вуглецю у твердому стані	16	2	4	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-
Тема 3. Фізичні властивості вуглецевих структур	18	4	2	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-
Тема 4. Фулерени	12	2	2	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-
Тема 5 . Фулерити	12	2	2	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 1	72	12	12	12	-	-	48	-	-	-	-	-	-	-
Семестр 3. Розділ 2. Властивості вуглецевих наноструктур														
Тема 6. Ендоедральні структури	16	2	2	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-
Тема 7. Методи отримання вуглецевих наноструктур	24	4	4	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-
Тема 8. Властивості вуглецевих наноструктур	20	4	4	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-
Тема 9. Графен	18	2	2	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 2	78	12	12	-	-	-	54	-	-	-	-	-	-	-
Усього годин за рік	150	24	24	-	-	-	102	-	-	-	-	-	-	-

5 Практичні заняття

№ з/п	Назва теми практичного заняття	Кількість годин
1	Вуглець як хімічний елемент. Поширеність вуглецю в природі. Будова атому вуглецю. Алотропні форми вуглецю та матеріали на їх основі.	2
2	Графіт. Алмаз. Загальна характеристика алмазу Карбін – наноалотропна форма вуглецю.	2
3	Теплопровідність. Теплоємність. Теплове розширення.	2
4	Фазові перетворення. Механічні властивості. Електропровідність.	2

Критерії оцінювання видів робіт

Оцінювання виконання і захисту практичних робіт дисципліни відбувається у балах, які різняться в межах кожної теми дисципліни залежно від обсягу і значимості. Розрахунок кількості балів, округлених до цілого числа, здійснюється у відсотковому відношенні до максимального балу кожної з тем.

Оцінка (відсоток від максималь- ного балу)	Критерії оцінювання виконання і захисту практичних робіт
90-100 %	оцінюється практична робота здобувача вищої освіти, який у повному обсязі володіє навчальним матеріалом; вільно, самостійно та аргументовано його викладає; глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичного матеріалу та практичних завдань; вільно користується спеціальною науковою термінологією, наводить аргументи на підтвердження власних думок, здійснює аналіз та робить висновки; демонструє високий рівень виконання практичних навичок.
70-89 %	оцінюється практична робота здобувача вищої освіти, який достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст теоретичних запитань та практичних завдань, користується спеціальною науковою термінологією. Але при висвітленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі неістотні неточності та незначні помилки.
30-69 %	оцінюється практична робота здобувача вищої освіти, який відтворює значну частину навчального матеріалу, висвітлює його основний зміст, виявляє елементарні знання окремих положень. Не здатний до глибокого, всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускає істотні неточності та помилки, володіє лише обов'язковим мінімум методів дослідження.
1-29 %	оцінюється практична робота здобувача вищої освіти, який не володіє навчальним матеріалом у достатньому обсязі, проте фрагментарно, не розкриває зміст теоретичних питань і практичних завдань, а в окремих випадках – не розуміє матеріалу поточної теми. Під час відповіді і демонстрації практичних навичок робить значні, грубі помилки.

Критерії оцінювання модульного контролю

Оцінювання модульного контролю здійснюється за 10-бальною шкалою у вигляді тесту у Модульному середовищі освітнього процесу КНУТД (МСОП КНУТД). Кількість балів за кожну правильну відповідь залежить від складності питань і вказується при проходженні тесту

Критерії оцінювання екзамену

Екзамен включає в себе теоретичні питання та розрахункові задачі: 5 питань по 2 бали за кожне. Мінімальна оцінка на екзамені не може бути меншою за 6 балів.

Відповідність шкал оцінок якості засвоєння навчального матеріалу

Оцінка за національною шкалою для екзамену, КП, КР /заліку/	Оцінка в балах	Оцінка за шкалою ECTS	Пояснення
Відмінно/зараховано	90-100	A	Відмінно (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)
Добре/зараховано	82-89	B	Дуже добре (вище середнього рівня з кількома помилками)
	74-81	C	Добре (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)
Задовільно/зараховано	64-73	D	Задовільно (непогано, але зі значною кількістю недоліків)
	60-63	E	Достатньо (виконання відповідає мінімальним критеріям)
Незадовільно/не зараховано	35-59	FX	Незадовільно (з можливістю повторного складання)
	0-34	F	Незадовільно (з обов'язковим повторним вивченням дисципліни)

8. Політика курсу:

- 8.1. Відвідування занять є обов'язковим, як важлива складова освітнього процесу.
- 8.2. Пропущені заняття (з поважних причин / без поважних причин) мають бути відпрацьованими в позааудиторний час.
- 8.3. За кожну виконану контрольну, індивідуальну роботу, поточний (теоретичний) контроль, тест і активність на занятті отримується кількість балів, відповідно до таблиці розподілу балів. Для отримання позитивної оцінки необхідно отримати не менше 60 відсотків від максимальної кількості балів для кожного виду робіт.
- 8.4. Списування під час контрольних робіт, індивідуальних завдань та екзаменів заборонено (в т. ч. із використанням мобільних пристроїв).
- 8.5. Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час виконання розрахунків практичних завдань.
- 8.6. При виявленні плагіату робота не оцінюється, а виконується повторно зі зміною завдань.
- 8.7. Усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконаними у встановлений термін. В разі несвочасного виконання роботи без поважних причин, бали будуть понижені пропорційно часу запізнення..
- 8.8. Перенесення терміну здачі роботи/перездача з поважних причин (лікарняний, академічна мобільність тощо) не впливатиме на оцінку.
- 8.9. Незадовільні оцінки, отримані студентом протягом семестру мають бути перескладеними за тиждень до складання підсумкового контролю.
- 8.10. Студент має можливість зарахувати оцінку підсумкового контролю і не складати екзамен або підвищити підсумкові бали за семестр на екзамені.
- 8.11. За наукову роботу та участь в олімпіадах студенти отримують додаткові бали.
- 8.12. Допускається визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті, при цьому рішення щодо кількості балів приймається колегіально за результатами засідання комісії, яка складається з трьох членів кафедри.
- 8.13. Обов'язковим є дотримання академічної доброчесності студентами, а саме:

- самостійне виконання всіх видів робіт, завдань, форм контролю, передбачених робочою програмою навчальної дисципліни «Передові лазерні технології»;
- посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової) діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.

8.14. Будь-які конфліктні ситуації між студентом та викладачем (академічна недобросовісність, упереджене ставлення, сексуальне домагання, тощо) вирішуються на засіданні комісії, яка складається з викладача, завідувача кафедри, представника студентського самоврядування та куратора.

9 Методичне забезпечення

1. Вуглецеві наноструктури: методичні рекомендації для студентів усіх форм навчання рівня вищої освіти першого (бакалаврського) / упор. О.В.Ковальчук. – Київ: КНУТД, 2024. – 39 с.
2. Вуглецеві наноструктурні матеріали: методичні рекомендації для студентів усіх форм навчання рівня вищої освіти першого (бакалаврського) / упор. О.В.Ковальчук. – Київ: КНУТД, 2024. – 54 с.
3. Дослідження фізичних властивостей матеріалів з наноструктурним покриттям: методичні рекомендації для студентів усіх форм навчання рівня вищої освіти першого (бакалаврського) / упор. О.В.Ковальчук. – Київ: КНУТД, 2024. – 40с.

10 Рекомендована література

Основна

1. Наноматеріали. Класифікація, технології одержання, особливі властивості, основні методи досліджень та напрями застосування / В. Малишев, А. Габ, Д. Шахнін. – К. Університет "Україна", 2020. – 236 с.
2. Наноматеріали і нанотехнології в електроніці : підручник / І. Ю. Проценко, Н. І. Шумакова. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 151 с.
3. Сусліков Л.М., Дьордяй В.С. Фізика і технологія наноматеріалів: навчальний посібник для студентів фізико-технічних спеціальностей. – Ужгород: Видавництво «Говерла», 2023. – 437 с.
4. Поп М.М., Біланіч В.С. Фізика і технологія наноструктур: навчальний посібник. - Ужгород: ДВНЗ «УжНУ» 2024. – 104 с.
5. Руденко Т.О., Назаров О.М., Лисенко В.С. Фізика та електрична діагностика наноелектронних структур в приладів на основі системи на ізоляторі. – Київ: Наукова Думка, 2024 – 261 с
6. Коцюбинський В.О., Бойчук В.М. Наноматеріали у пристроях генерації енергії / “Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”. – ІваноФранківськ, 2021. – 287 с. <http://lib.pnu.edu.ua:8080/handle/123456789/11637>
7. Коцюбинський В.О., Бойчук В.М. Магнітні властивості наноматеріалів/ “Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”. – ІваноФранківськ, 2021. – 357 с. <http://lib.pnu.edu.ua:8080/handle/123456789/11635>
8. Наноматеріали і нанотехнології: навчальний посібник / Азаренков М. О., Неклюдов І. М., Береснев В. М., Воєводін В. М., Погребняк О. Д., Ковтун Г. П., Соболев О. В., Удовичський В. Г., Литовченко С. В., Турбін П. В., Чишкала В. О. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2014. – 316 с.
9. Нанотехнології і наноструктури. Навчальний посібник / Заячук Д. М. -. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. - 580 с.

10. Вуглецеві наноматеріали: Навч. посібник. / Куцова В.З., Котова Т.В. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2014. – 61 с.
11. Локальні методи досліджень Підручник для студентів спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» / Загородній В.В. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. - 323 с.
12. Основи наноелектроніки : навчальний посібник / А. А. Багдасарян. – Суми : Сумський державний університет, 2019. – 133 с.
13. Nanotechnology: Global Strategies, Industry Trends and Applications / Schulte J., Jurgen Schulte -Wiley, John & Sons, 2005, 194 p.
14. Nanotechnology: An Introduction to Nanostructuring Techniques / Kohler M., Fritzsche W. - Wiley, John & Sons, 2004 - 284 p.

Додаткова

1. Наноматеріали, нанотехнології, нанопристрої / Боровий М.О., Куницький Ю.А., Каленик О.О., Овсієнко І.В., Цареградська Т.Л. – Київ: «Інтерсервіс», 2015. – 350 с.
2. Донцова Т. А. Нанохімія і наноматеріали [Електронний ресурс] : підручник / Т. А. Донцова, М. І. Літинська, Ю. М. Феденко. – Київ : КПІ, 2021. – 170 с. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/50b50002-b363-4f29-83da-f8bd59823fb0/content>
3. Вимірювання у нанотехнологіях: методи і засоби: Навчальний посібник / П. Р. Гамула [та ін.] ; за ред. Б. І. Стадника ; Нац. ун-т «Львів. політехніка». — Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2016. — 186 с.
4. Наноматеріали і нанотехнології в приладобуванні. Навчальний посібник / Ткач О.П. – Суми. Сумський державний університет, 2014 – 127 с.
5. Нанотехнології у ХХІ столітті реферативний огляд / Добра Н.В. Корнілова Є.О. Самохіна Ж.В. – К. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського, 2015 – 39 с.
6. Електронні процеси в наноструктурах / Дмитрук І.М. – К: Четверта хвиля, 2013. – 211 с
7. Наноматеріали та нанотехнології. Навчальний посібник. У двох частинах Куцова В.З., Котова Т.В., Аюпова Т.А. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2013. – 103 с.
8. Нанонаука, нанобіологія, нанофармація : монографія / І. С. Чекман, З. Р. Ульберг, В. О. Маланчук [та ін.]. – Київ : Поліграф плюс, 2012. – 328 с.

ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ

1. Комп'ютерне моделювання фізичних явищ [Електронний ресурс]. Моделі фізичних явищ. Режим доступу <http://cmodel.in.ua>
2. Портал нанотехнологій [Електронний ресурс] Режим доступу <http://nanotechweb.org/>
3. Європейський наноportal [Електронний ресурс] Режим доступу <http://www.nanoforum.org/>
4. МСОП КНУТД. Режим доступу <http://msnp.knutd.edu.ua>

ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕНО

Протокол засідання кафедри від “ ____ ” _____ 20__ р. № ____

Завідувач кафедри _____