

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету інженерії
та інформаційних технологій

Ігор ПАНАСЮК

2025 року



РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни	<u>Вуглецеві наноструктури</u>
Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Ступінь вищої освіти	бакалавр
Спеціальність	<u>Е6 Прикладна фізика та наноматеріали</u>
Освітня програма	<u>Нано- та мікротехнології у креативному проєктуванні</u>
Факультет інженерії та інформаційних технологій	

Київ
2025 рік

РОЗРОБЛЕНО: Київський національний університет технологій та дизайну

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

Схвалено вченою радою факультету інженерії та інформаційних технологій

від «11» червня 2025 року, протокол № 2

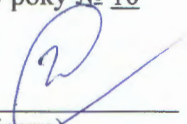
Схвалено науково-методичною радою факультету інженерії та інформаційних технологій

від «11» червня 2025 року, протокол № 3

Обговорено та рекомендовано на засіданні кафедри прикладної фізики та вищої математики

Протокол від «29» травня 2025 року № 10

Завідувачка кафедри


(підпис)

Ірина ОЛЕЙНІКОВА

Погоджено:

Гарант ОП кафедри прикладної фізики
та вищої математики


Ірина ОЛЕЙНІКОВА

«29» 05 20 25р.

1 Опис дисципліни

Найменування показників	Характеристика дисципліни	
	очна форма здобуття вищої освіти	заочна, дистанційна форма здобуття вищої освіти
Кількість годин / кредитів – 120 / 4	обов'язкова	
Змістові модулі – 1	Рік підготовки:	
	2-й	-
Загальна кількість тижневих годин для денної форми здобуття вищої освіти: лекцій – 2 практичних – 2 аудиторних – 4 самостійної роботи – 6	Семестр	
	4-й	-
	Лекції	
	24 год.	-
	Практичні, семінарські	
	24 год.	-
	Лабораторні	
	- год.	-
	Самостійна робота	
	72 год.	-
	Індивідуальні завдання: -год.	
	Вид контролю: екзамен (семестр 4)	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
для денної форми навчання – 48/72

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 – оволодіння компетентностями: 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 дисципліни:

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:

ІК	Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми прикладної фізики та наноматеріалів, що передбачає застосування теорій та методів фізики, математики та інженерії й характеризується комплексністю та невизначеністю умов.
ЗК 2	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
ЗК 7	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
ФК 12	Здатність продемонструвати знання характеристик і властивостей наноматеріалів та процесів їх виробництва.
ФК 14	Здатність аналізувати можливості використання наноструктурних матеріалів для забезпечення функціональних властивостей об'єктів дизайну.
ПРН 5	Знати властивості та методи отримання й застосування наноматеріалів та наноструктурних об'єктів.
ПРН 7	Відшуковувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.
ПРН 18	Вміти використати практичні навички вирішення завдань, що передбачають реалізацію проєктів з використанням наноструктурних матеріалів і проведення необхідних досліджень.

ПРН 20	Аналізувати вплив включення нанооб'єктів до класичних матеріалів на принципово нові функціональні властивості цих матеріалів.
-----------	---

Необхідні передумови: вища математика, фізика, концепція використання наноматеріалів в дизайні, методи отримання наноматеріалів.

Види навчальних занять: лекція, практичне, консультація.

Методи навчання: словесний, пояснювально-демонстраційний, дослідницький.

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

Форми підсумкового контролю: екзамен (семестр 4).

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

Тематичний план навчальної дисципліни

№ теми	Назва теми лекції, практичного, індивідуального заняття	Кількість годин за формами здобуття вищої освіти:	
		очна	заочна, дистанційна
<u>Змістовий модуль 1. Структурні форми вуглецю та їх властивості</u>			
1	Тема: Вуглець.	14	
	Лекція 1. Коротка історія відкриття та вивчення атомарного вуглецю. Будова атому вуглецю, гібридизація його атомних орбіталей та характер утворюваних ним зв'язків.	3	
	Практична робота 1. Вуглець як хімічний елемент. Поширеність вуглецю в природі.	1	
	Практична робота 2. Будова атому вуглецю. Алотропні форми вуглецю та матеріали на їх основі.	2	
	Самостійна робота. Алотропні форми вуглецю та матеріали на їх основі.	8	
2	Тема: Різного типу структури вуглецю у твердому стані.	12	
	Лекція 2. Структури вуглецю у твердому стані.	2	
	Практична робота 3. Графіт. Алмаз. Загальна характеристика алмазу.	1	
	Практична робота 4. Карбін – наноалотропна форма вуглецю.	1	
	Самостійна робота. Історія отримання штучних алмазів.	8	
3	Тема: Фізичні властивості вуглецевих структур.	16	
	Лекція 3. Властивості вуглецевих структур.	4	
	Практична робота 5. Теплопровідність. Теплоємність. Теплове розширення.	2	
	Практична робота 6. Фазові перетворення. Механічні властивості. Електропровідність.	2	
	Самостійна робота. Фазові перетворення.	8	
4	Тема: Фулерени.	12	

	Лекція 4. Фулерени. Історія відкриття фулеренів.	2	
	Практична робота 7. Види фулеренів, їх позначення та термінологія. Будова і властивості молекул фулеренів C ₆₀ та C ₇₀ .	1	
	Практична робота 8. Основні хімічні властивості фулеренів. Природні фулерени. Синтез похідних фулеренів. Виділення та розділення фулеренів.	1	
	Самостійна робота. Виділення та розділення фулеренів.	8	
5	Тема: Фулерити.	12	
	Лекція 5. Фулерити.	2	
	Практична робота 9. Фулеренні похідні. Фулерити і їх електронна будова.	1	
	Практична робота 10. Надпровідність металофулеренів.	1	
	Самостійна робота. Властивості фулеренних похідних.	8	
Разом за семестр		66	
<u>Змістовий модуль 2. Властивості вуглецевих наноструктур</u>			
6	Тема: Ендоедральні структури.	12	
	Лекція 6. Вуглецеві нанотрубки.	2	
	Практична робота 11. Вуглецеві нанотрубки (ВНТ). Основні поняття. Будова і електронна структура.	1	
	Практична робота 12. Електронні властивості ВНТ. Методи одержання ВНТ.	1	
	Самостійна робота. Властивості ВНТ.	8	
7	Тема: Методи отримання вуглецевих наноструктур.	16	
	Лекція 7. Основні методи отримання вуглецевих наноструктур.	4	
	Практична робота 13. Метод одержання вуглецевих наноструктур у дуговому розряді. Метод лазерного випаровування.	2	
	Практична робота 14. Хімічне висадження із газової фази. Метод плазмохімічного висадження із газової фази. Метод каталітичного піролізу.	2	
	Самостійна робота. Переваги та недоліки основних методів одержання наноструктур з вуглецю.	8	
8	Тема: Властивості вуглецевих наноструктур.	12	
	Лекція 8. Огляд загальних властивостей вуглецевих наноструктур.	2	
	Практична робота 15. Загальні фізичні властивості. Механічні властивості. Теплопровідність.	1	
	Практична робота 16. Електричні властивості. Оптичні властивості наноструктур.	1	
	Самостійна робота. Фізичні властивості наноструктур з вуглецю.	8	
9	Тема: Графен.	14	
	Лекція 9. Графен, одержання графену.	3	
	Практична робота 17. Основні властивості графену. Структура графену.	1	

	Практична робота 18. Електронні властивості графену. Рухливість носіїв заряду і електронна маса в графені.	2	
	Самостійна робота. Потенційне застосування графену.	8	
Разом за семестр		120	
Разом за рік		120	

4. Розподіл балів, які отримують студенти семестр 4 (екзамен)

Поточне оцінювання та самостійна робота											Екзаме н	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	ПК	T6	T7	T8	T9	ІЗ презентація		
10	5	10	5	5	10	5	10	5	10	15	10	100

Розподіл балів з дисципліни

Види робіт, що оцінюються в балах	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	Усього
Виконання і захист практичних робіт	5	5	10	5	5	5	10	5	5	65
Індивідуальні завдання (презентація)	-				15					15
Поточний контроль (тестовий) (ПК)	10				-					10
Екзамен	10									10
Всього з дисципліни										100

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 презентації

Оцінювання презентацій здійснюється за 15-бальною шкалою.

Бали	Критерії оцінювання при виконанні презентації
13-15	оцінюється презентація здобувача вищої освіти, якщо тема розкрита повно, з авторським внеском; слайди легко читаються; ідея проекту є оригінальною і відповідає поставленій задачі, аргументовано і повно виконано всі завдання, продемонстровано глибокі, узагальнені знання і розуміння вивченого матеріалу.
10-12	оцінюється презентація здобувача вищої освіти, якщо тема розкрита повно; слайди легко читаються; ідея проекту є оригінальною, але частково використані відомі технології; аргументовано виконано всі завдання, продемонстровано узагальнені знання і розуміння вивченого матеріалу.
6-9	оцінюється презентація здобувача вищої освіти, якщо тема розкрита недостатньо повно; оригінальність проекту є лише частковою, більшість слайдів легко читаються; недостатньо послідовно виконано завдання, продемонстровано знання і розуміння вивченого матеріалу.
4-5	оцінюється презентація здобувача вищої освіти, якщо тема розкрита частково; деякі слайди складно читаються; авторський внесок складає менше 10%; недостатньо послідовно і з неточностями виконано завдання, має недостатні знання і засвоєння вивченого матеріалу.
1-3	оцінюється презентація здобувача вищої освіти, якщо тема неповно розкрита; робота не є оригінальною; ілюстрації загалом не відповідають темі презентації; завдання виконано непослідовно, не у повному обсязі і з грубими помилками..
0	оцінюється презентація здобувача вищої освіти, якщо він не виконує завдання роботи.

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 кожен правильну відповідь залежить від складності питань і вказується при проходженні тесту.

Критерії оцінювання екзамену

Екзамен включає в себе теоретичні питання: 5 питань по 3 максимальною оцінкою по 2 бали за кожен повну правильну відповідь. 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 вірно 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/ незараховано	35-59	FX	Незадовільно (з можливістю повторного складання)
	0-34	F	Незадовільно (з обов'язковим повторним вивченням дисципліни)

5. Політика курсу

5.1. Відвідування занять є обов'язковим, як важлива складова освітнього процесу.

5.2. Пропущені заняття (з поважних причин / без поважних причин) мають бути відпрацьованими в позааудиторний час.

5.3. 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.

5.4. Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонено (в т. ч. із використанням мобільних пристроїв).

5.5. Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час виконання розрахунків практичних завдань.

5.6. При виявленні плагіату робота не оцінюється, а виконується повторно зі зміною завдань.

5.7. Усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконаними у встановлений термін. В разі несвоєчасного виконання роботи без поважних причин, бали будуть понижені пропорційно часу запізнення..

5.8. Перенесення терміну здачі роботи/перездача з поважних причин (лікарняний, академічна мобільність тощо) не впливатиме на оцінку.

5.9. Незадовільні оцінки, отримані студентом протягом семестру мають бути перескладеними за тиждень до складання підсумкового контролю.

5.10. Студент має можливість зарахувати оцінку підсумкового контролю і не складати екзамен або підвищити підсумкові бали за семестр на екзамені.

5.11. За наукову роботу та участь в олімпіадах студенти отримують додаткові бали.

5.12. 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.

5.13. Обов'язковим є дотримання академічної доброчесності студентами, а саме:

- самостійне виконання всіх видів робіт, завдань, форм контролю, передбачених робочою програмою навчальної дисципліни «Вуглецеві наноструктури»;
- 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, використані методики досліджень і джерела інформації.

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

5.15. Оскарження оцінювання відбувається згідно з «Положенням про порядок і методику рейтингового оцінювання академічних досягнень студентів КНУТД» і таким чином: здобувач вищої освіти, який не погоджується з результатом підсумкового контролю, має право подати заяву на ім'я ректора за погодженням декана факультету / директора інституту в день проведення екзамену або не пізніше 15:00 наступного робочого дня. Для розгляду апеляції протягом трьох робочих днів після подачі заяви на факультеті / інституті наказом ректора створюється апеляційна комісія в такому складі: голова комісії (проректор, декан факультету / директор інституту, їх заступники або директор Навчально-методичного

центру управління підготовкою фахівців), секретар та члени комісії (обов'язково має бути представник від студентського самоврядування). Апеляційна комісія оцінює письмові відповіді студента, який подав апеляцію, на кожне завдання окремо за критеріями, що визначені в робочій програмі навчальної дисципліни. Додаткове опитування студента під час розгляду його роботи не допускається. Апеляційна комісія після розгляду апеляції студента ухвалює одне з двох рішень: або виставлена оцінка з навчальної дисципліни відповідає рівню і якості виконаної роботи та не змінюється, або виставлена оцінка з навчальної дисципліни не відповідає рівню і якості виконаної роботи та збільшується / зменшується на певну кількість балів (вказується нова оцінка та бали відповідно до прийнятої системи оцінювання знань).

6. 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.

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. Carbon-Based Nanomaterials 2.0 / ed. by Ana Maria Diez-Pascual. – MDPI, 2023. – 250 pp.
<https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-6548-4>
3. Carbon-Based Nanomaterials. Synthesis, Agricultural, Biomedical, and Environmental Interventions / A. Joshi, Y. H. Gonfa. – Springer, Singapore, 2024. – 388 pp.
4. Exploring electrical and dielectric properties in ionic liquid crystals tuned by carbon and CdS nanoparticles using Nyquist and Bode plots D. Zhulai, N. Boichuk, D. Pustovyi, V. Chekubasheva, O. Kovalchuk, Y. Garbovskiy, G. Klimusheva, G. Yaremchuk, T. Mirnaya, S. Vitusevich, Molecular Crystals and Liquid Crystals, (1-17), (2025). DOI: <https://doi.org/10.1080/15421406.2025.2524955>
5. Наноматеріали і нанотехнології в електроніці : підручник / І. Ю. Проценко, Н. І. Шумакова. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 151 с.
6. Наноструктури та нанотехнології: навчальний посібник / О. М. Назаров, М. М. Нищенко— К. : НАУ, 2012. — 245 с.
7. Dielectric properties of Shell transformer oil with impurities of carbon nanotubes and fullerene C60/ Kovalchuk, O.V., Studenyak, I.P., Kovalchuk, T.M., Ayrhan, E.A., Paulovičová, K., Timko M., Korčanský, P.// Semiconductor Physics, Quantum Electronics and Optoelectronics (2021) 24(4) p.413-418.
8. Нанофізика, наноматеріали, наноелектроніка: навчальний посібник / Ю.М. Поплавко, О. В. Борисов, Ю. І. Якименко — К. : НТУУ «КПІ», 2012. — 299 с.
9. Наноматеріали та нанотехнології. Методи аналізу та контролю. Посібник / В. Малишев, Н. Куцевська, О. Папроцька, О. Терещенко. - К. Університет "Україна", 2018. – 81 с.
10. Наноматеріали і нанотехнології: навчальний посібник / Азаренков М. О., Неклюдов І. М., Береснев В. М., Воєводін В. М., Погребняк О. Д., Ковтун Г. П., Соболь О. В., Удовиський В. Г., Литовченко С. В., Турбін П. В., Чишкала В. О. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2014. – 316 с.
11. Нанотехнології і наноструктури. Навчальний посібник / Заячук Д. М. -. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. - 580 с.
12. Вуглецеві наноматеріали: Навч. посібник. / Куцова В.З., Котова Т.В.— Дніпропетровськ: НМетАУ, 2014. – 61 с.
13. Локальні методи досліджень Підручник для студентів спеціальності 105 «Прикладна фізика та

наноматеріали» / Загородній В.В. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. - 323 с.

14. Основи наноелектроніки : навчальний посібник / А. А. Багдасарян. – Суми : Сумський державний університет, 2019. – 133 с.

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. Нанохімія Наносистеми Наноматеріали / С.В. Волков, Є.П. Ковальчук, В.М. Огенко, О.В. — К.: Наукова думка, 2008. — 423 с.
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 приладобудуванні. 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.
9. Елементи фізики поверхні, наноструктур і технологій / В. В. Погосов, Ю. А. Куницький, А. В. Бабіч, А. В. Коротун. – Запоріжжя, 2010. – 366 с.
10. Нанотехнологія та її інноваційний розвиток : монографія / В. С. Пономаренко, Ю. Ф. Назаров, В. П. Свідерський, І. М. Ібрагімов. – Х. : ІНЖЕК, 2008. – 280 с.

ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ

1. МСОП КНУТД. Режим доступу <http://msnp.knutd.edu.ua>

ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕНО

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

Завідувач кафедри _____
(підпис)

ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕНО

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

Завідувач кафедри _____
(підпис)