

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>Методи отримання наноматеріалів</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

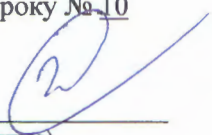
Схвалено науково-методичною радою факультету інженерії та інформаційних технологій

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 2025р.

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		
Загальна кількість тижневих годин для денної форми здобуття вищої освіти: лекцій – 2 практичних – лабораторних - 2 аудиторних – 4 самостійної роботи – 6	Рік підготовки:	
	3-й	-
	Семестр	
	5-й	-
	Лекції	
	24 год.	-
	Практичні, семінарські	
	-	-
	Лабораторні	
	24 год.	-
	Самостійна робота	
	72 год.	-
	Індивідуальні завдання: -год.	
	Вид контролю: екзамен (семестр 5)	

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

2 Анотація дисципліни

Робоча програма навчальної дисципліни складається з одного змістового модулів:

Змістовий модуль Методи отримання наноматеріалів.

Мета курсу: набуття компетентності: здатність застосувати знання у практичних ситуаціях; розуміти технології виготовлення різного типу наноструктур і фізичні процеси, за рахунок яких відбувається формування різного типу наноструктур; аналізувати технологічні процеси при виготовленні різного типу матеріалів, а також компетентностями дизайнерського підходу при виготовленні складних за хімічним складом на структурою нанооб'єктів; здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів; здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження; здатність брати участь у плануванні методики проведення та матеріального забезпечення експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів; здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи; здатність продемонструвати результати експериментальних досліджень властивостей фізичної системи, фізичних явищ і процесів; здатність продемонструвати знання характеристик і властивостей наноматеріалів та процесів їх виробництва.

Результати навчання:

знати: знати властивості та методи отримання й застосування наноматеріалів та наноструктурних об'єктів; навички здійснення безпечної діяльності;

вміти: вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики, досліджувати та визначити проблему і ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків при використанні наноматеріалів;

здатен: продемонструвати знання характеристик і властивостей наноматеріалів та процесів їх виробництва;

володіти навичками: обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

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 1	Здатність застосувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК 7	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
ЗК 10	Навички здійснення безпечної діяльності.
ФК 2	Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.
ФК 3	Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження.
ФК 9	Здатність брати участь у плануванні методики проведення та матеріального забезпечення експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.
ФК 10	Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи.
ФК 11	Здатність продемонструвати результати експериментальних досліджень

	властивостей фізичної системи, фізичних явищ і процесів.
ФК 12	Здатність продемонструвати знання характеристик і властивостей наноматеріалів та процесів їх виробництва.
ПРН 5	Знати властивості та методи отримання й застосування наноматеріалів та наноструктурних об'єктів.
ПРН 16	Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.
ПРН 20	Аналізувати вплив включення нанооб'єктів до класичних матеріалів на принципово нові функціональні властивості цих матеріалів.
ПРН 25	Вміти обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

Необхідні навчальні компоненти (пререквізити, кореквізити і постреквізити): вища математика, фізика, елементи квантової механіки, вуглецеві наноструктури, взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання.

Види навчальних занять: лекція, лабораторне, консультація.

Методи навчання: словесний, пояснювально-демонстраційний, дослідницький, частково-пошуковий.

Методи контролю: усний (усне опитування), письмовий (індивідуальні завдання, задачі, звіти по лабораторних роботах), тестовий.

Форми підсумкового контролю: екзамен (семестр 5).

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

Мова навчання: українська

3. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

Тематичний план навчальної дисципліни

№ теми	Назва теми лекції, практичного, лабораторного, індивідуального заняття	Кількість годин за формами здобуття вищої освіти:	
		очна	заочна, дистанційна
Змістовий модуль 1. <u>Методи отримання наноматеріалів</u>			
1	Тема: Отримання напівпровідникових наноматеріалів. Загальні підходи в отриманні наноматеріалів.	16	-
	Лекція 1. Основні види нанотехнологічного виробництва. Загальні підходи в отриманні наноматеріалів	2	-
	Лабораторна робота 1. Одержання наноматеріалів на квантових точках. Одержання нанопорошку оксиду цинку та визначення його властивостей.	2	-
	Лекція 2. Контроль результатів отримання наноматеріалів в рідкій фазі.	2	-
	Лабораторна робота 2 Визначення розмірів наночастинок методом динамічно-світлорозсіювання (DLS).	4	-
	Самостійна робота.	6	-
2	Тема: Методи збирання поверхневих наноструктур.	22	-
	Лекція 3. Методи отримання тонких плівок/покриттів. Методи отримання фулеренів.	2	-
	Лабораторна робота 3. Метод отримання поверхневих наноструктур.	2	-
	Лекція 4. Кристалізація аморфних сплавів. Одержання алмазоподібних плівок.	2	-
	Самостійна робота.	16	-
3	Тема: Самоорганізація та самозбирання у нанотехнологіях.	26	-
	Лекція 5. Принципи самоорганізації. Самоорганізація під час епітаксії.	2	-
	Лабораторна робота 4. Дослідження хімічної взаємодії та функціональних груп у процесах самоорганізації наноструктур методом ІЧ-Фур'є спектроскопії.	4	-
	Лекція 6. Плівки Ленгмюра–Блоджетт.	2	-
	Лабораторна робота 5. Принципи самоорганізації - плівки Ленгмюра–Блоджетт	2	-
	Індивідуальне завдання	4	-
	Самостійна робота.	12	-
4	Тема: Технологічні методи одержання вуглецевих наноструктур.	20	-
	Лекція 7. Методи одержання і модифікації вуглецевих нанотрубок. Лазерний метод вирощування нанотрубок.	2	-

	Лабораторна робота 6. Дослідження лазерних абляцій твердих матеріалів як фізичної основи лазерного методу отримання наноструктур.	4	-
	Лекція 8. Рентгеноструктурний аналіз графітових, графенових та нанотрубкових структур	2	-
	Лабораторна робота 7. Порівняльний рентгеноструктурний аналіз впорядкованості вуглецевих наноматеріалів.	2	-
	Самостійна робота.	10	-
5	Тема 5. Дослідження топографії поверхневих наноструктур методом атомно-силової мікроскопії.	18	-
	Лекція 9. Від оптичної до електронної мікроскопії. Атомно-силовий мікроскоп	2	-
	Лабораторна робота 8. Принцип роботи і будова атомно-силового мікроскопа. Режим роботи атомно-силового мікроскопа.	2	-
	Лекція 10. Переваги і недоліки атомно-силової мікроскопії. Принципи і режими роботи атомно-силового мікроскопа.	2	-
	Індивідуальне завдання.	4	-
	Самостійна робота.	8	-
6	Тема 6. Скануюча зондова мікроскопія.	18	-
	Лекція 11. Скануюча зондова мікроскопія. Скануючий тунельний мікроскоп.	2	-
	Лабораторна робота 9. Принцип роботи і будова електронного просвічуючого мікроскопа у вивченні структури твердих тіл.	2	-
	Лекція 12. Використання скануючої зондової мікроскопії на практиці.	2	-
	Індивідуальне завдання	4	-
	Самостійна робота.	8	-
Разом з дисципліни		120	-

4 Розподіл балів, які отримують студенти

[illegible]

Розподіл балів з дисципліни

[illegible]

Критерії оцінювання розрахункових індивідуальних робіт

Кількість балів пропорційне кількості правильно виконаних завдань.

Критерії оцінювання лабораторних робіт

Максимальна кількість балів за кожну лабораторну роботу переводиться відповідно до кількості лабораторних робіт в даній темі. Критерії оцінювання кожної лабораторної роботи наведені в таблиці.

Оцінка (%)	Критерії оцінювання виконання та захисту лабораторних робіт
90-100	оцінюється лабораторна робота здобувача вищої освіти, якщо він виконав в повному обсязі всі необхідні вимірювання та розрахунки та зміг правильно інтерпретувати отримані результати та зробити висновки. Під час захисту лабораторних робіт демонструє повне володіння навчальним матеріалом, вільно користується спеціальною термінологією, вміє аргументувати кожну відповідь. Швидко аналізує та знаходить відповіді на нестандартні питання, не допускаючи при цьому помилок.
75-89	оцінюється лабораторна робота здобувача вищої освіти, якщо він виконав всі необхідні вимірювання, правильно порахував потрібні величини та похибки, зміг пояснити отримані результати та зробити висновки. Під час захисту лабораторних робіт демонструє повне володіння навчальним матеріалом, користується науковою термінологією, розкриває основний зміст процесів та явищ. Але при висвітленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються незначні помилки при відповідях на поставлені питання.
61-74	оцінюється лабораторна робота здобувача вищої освіти, якщо він виконав всі необхідні вимірювання, правильно порахував потрібні величини та похибки, зміг пояснити отримані результати та зробити висновки. Під час захисту лабораторних робіт висвітлює лише основний зміст процесів та явищ, демонструє елементарні знання окремих положень, проте не здатний швидко орієнтуватися в термінології, допускає істотні неточності та помилки при відповідях на поставлені питання, володіє лише обов'язковим мінімумом знань з дисципліни.
50-60	оцінюється лабораторна робота здобувача вищої освіти, якщо він виконав всі необхідні вимірювання, правильно порахував потрібні величини та похибки, але не зміг інтерпретувати результати розрахунків. При захисті теоретичного матеріалу демонструє досить поверхневі знання, не може своєчасно знайти відповідь на поставлене питання, не володіє термінологією.
1-49	оцінюється лабораторна робота здобувача вищої освіти, якщо він виконав лабораторні вимірювання, але не зміг правильно порахувати результати та похибки вимірювань, не надав правильні відповіді на контрольні питання, отже володіє навчальним матеріалом не у достатньому обсязі, а лише фрагментарно, а в окремих випадках – не розуміє матеріалу поточної теми.

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.

Критерії оцінювання розрахункових індивідуальних робіт

Поточний (теоретичний) контроль здійснюється з розрахунку, що кожна успішна відповідь на теоретичне питання на лекції або на практичному занятті приносить 1 бал. Оцінювання активності на занятті (лекція) здійснюється з розрахунку 2 бали за 1 продуктивний вихід до дошки, 1 бал за доповнення з місця. Максимальна кількість балів, які можна набрати в межах однієї теми за цими видами робіт, наведена в таблицях розподілу балів за видами робіт. Критерії оцінювання виконання контрольних робіт та виконання і захисту індивідуальних завдань та модульного контролю наведені в таблиці нижче.

Оцінка (%)	Критерії оцінювання виконання індивідуальних завдань
90-100	В повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань та практичних/розрахункових завдань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив усі розрахункові/тестові завдання. Студент здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.
75-89	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, в основному розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому нормативну та обов'язкову літературу. Але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно вирішив більшість розрахункових/тестових завдань. Студент здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, у яких можуть бути окремі несуттєві помилки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.
60-74	В цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст під час усних виступів та письмових розрахунків, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив половину розрахункових/тестових завдань. Студент має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.
0-59	Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування) викладає його під час усних виступів та письмових розрахунків, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив окремі розрахункові/тестові завдання. Безсистемне відділення випадкових ознак вивченого; невміння робити найпростіші операції аналізу і синтезу; робити узагальнення, висновки.

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)

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 «Методи отримання наноматеріалів»
 - посилання 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.

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 (указується нова оцінка та бали відповідно до прийнятої системи оцінювання знань).

6 Методичне забезпечення

1. 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.
2. Олейнікова І.В. Методи отримання наноматеріалів. Методичні вказівки до лабораторних робіт [Електронний ресурс] – Київ, КНУТД, МСОП, ННІПТ, кафедра прикладної фізики та вищої математики, 2024. – 63 с.
3. 2 Олейнікова І.В. Методи отримання наноматеріалів. Конспект лекцій [Електронний ресурс] – Київ, КНУТД, МСОП, ННІПТ, кафедра прикладної фізики та вищої математики, 2024. –68 с.

7 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. – 2-ге вид., допов. – Суми: Сумський державний університет, 2024. – 169 с. ISBN 978-966-657-971-6
3. Сусліков Л. М. Фізика і технологія наноматеріалів : навчальний посібник / Л. М. Сусліков, В. С. Дьордай. – Ужгород: Вид-во «Говерла», 2023. – 437 с.
4. Сучасні матеріали в техніці: наноматеріали та нанотехнології : навчально-методичний посібник. Дрогобич: Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, 2024. 76 с.
5. Наноматеріали та нанотехнології. Методи аналізу та контролю. Посібник / В.

- Малишев, Н. Кущевська, О. Папроцька, О. Терещенко. - К. Університет "Україна", 2018. – 81 с.
6. Донцова Т. А. Нанохімія і наноматеріали [Електронний ресурс]: підручник / Т. А. Донцова, М. І. Літинська, Ю. М. Феденко. – Київ : КПІ, 2021. – 170 с.
 7. Aiguo Wu. Nanobiosensors: from design to applications / Aiguo Wu, Waheed S. Khan. – 1st edition. – Weinheim: Wiley-VCH, 2020. – 416 p.
 8. Denizli Adil. Nanosensors for Smart griculture / Adil Denizli, Tuan Anh Nguyen, Ashok Kumar Nadda. – Kidlington: Elsevier, 2021. – 824 p.
 9. Kaushik Suresh. Nanosensors for Futuristic Smart and Intelligent Healthcare Systems / Suresh Kaushik, Vijay Soni, Efstathia Skotti. – Boca Raton: CRC Press, 2022. – 414 p.
 10. Локальні методи досліджень Підручник для студентів спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» / Загородній В.В. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. - 323 с.
 11. 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. Металоксидні наноматеріали і нанокомпозити екологічного призначення: монографія / Тетяна Донцова. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. - 294 с.
3. Наноматеріали та нанотехнології: історичний аспект, методи одержання та дослідження, застосування в харчовій галузі: навч. посіб. / В. А. Косенко, С. В. Кадомський, В. В. Малишев ; Ун-т "Україна", Інженер.-технол. ін-т. - 2-ге вид., випр. та додане. - Київ : Наукова столиця, 2020. - 400 с.: - ISBN 978-617-7649-22-8
4. Савцова О.В. Нові керамічні та скломатеріали спеціального призначення : конспект лекцій для студентів 1 курсу денної форми навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. 106 с.
5. Панченко С.П. Функціональні наноматеріали : конспект лекцій для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 132 Матеріалознавство. Дніпро : НТУ «ДП», 2022. 47 с. Наноматеріали та нанотехнології. Навчальний посібник. У двох частинах Куцова В.З., Котова Т.В., Аюпова Т.А. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2013. – 103 с.
6. Надтверді, композиційні матеріали та покриття: отримання, властивості, застосування : тези доповідей Одинадцятої конференції молодих вчених та спеціалістів, 28–29 травня 2020 р., м. Київ. Київ : ІНМ НАНУ, 2020. 39 с.
7. K. Bogdanov. Nanotechnology: when size matters // J. Quant. 3 (2008), 6-12. Al. Yang, C.M., Chen, M.W., Zheng, G.J. et al. Melting of micro/nanoparticles considering anisotropy of surface energy. Sci Rep 11, 19297 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98704-3>

ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ

1. База даних наноматеріалів. Каталог Nano Company & Labs <https://www.nanowerk.com/nanotechnology-in-construction-industry.php>
2. Наноматеріали, що використовуються у будівельних матеріалах. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6804222/table/materials-12-t001/?report=objectonly>. 03052-
3. Застосування нанотехнологій у будівництві <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02483294>.
4. Нанотехнології в будівництві. Науковий інтернет-журнал

https://www.researchgate.net/journal/2075-8545_Nanotechnologies_in_Construction

5. Хімія фулеренів <https://www.britannica.com/science/fullerene>

6. Номенклатура фулеренів www.chem.qmul.ac.uk/iupac/fullerene/

7. Дивовижні типи, властивості та застосування волокон у будівельних матеріалах
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31394815/>

8. Словник нанотехнологій <http://www.nanotech-now.com/nanotechnologyglossary-N.htm>

9. Нанохімія <https://www.nist.gov/nanochemistry>

10. AZoNano є провідним онлайн-виданням для спільноти нанотехнологій.
<https://www.azonano.com/aboutus.aspx>

11. Наноматеріали: огляд методів синтезу, властивостей, останніх досягнень і проблем
<https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2021/ma/d0ma00807a>

12. Гідрогелі <https://www.intechopen.com/chapters/51535>

13. Довідник з нанонауки та нанотехнологій з відкритим кодом
https://en.wikibooks.org/wiki/Nanotechnology/Print_version

14. Збірник _____ задач

https://eprints.cdu.edu.ua/40/1/%D0%97%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%9B%D0%B8%D1%82%D0%B2%D0%B8%D0%BD_2014.pdf

15. Огляд: вплив потенційних наноматеріалів на проекти цивільного будівництва
<https://link.springer.com/article/10.1007/s40996-020-00474-x>

ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕНО

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

Завідувач кафедри _____
(підпис)

ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕНО

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

Завідувач кафедри _____
(підпис)