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 **Дослідження фізичних властивостей матеріалів з наноструктурним покриттям**

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Спеціальності 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

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність, спеціалізація,
рівень вищої освіти</td><td colspan="2">Характеристика дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів –4</td><td rowspan="11">Галузь знань
<u>10 Природничі науки</u>
_____
Спеціальності: 105 Прикладна фізика та наноматеріали,

Освітні програми: Нано- та мікротехнології в дизайні

Рівень вищої освіти
__бакалавр_____</td><td colspan="2">Обов’язкова</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Змістових модулів – 1</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Індивідуальне науково-дослідне завдання
-
(назва)</td><td>4-й</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин - 120</td><td>7-й</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 3

самостійної роботи студента – 7</td><td>12 год.</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>.</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>24- год.</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>84 год.</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="3">Індивідуальні завдання: -год.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Вид контролю:
екзамен (семестр 7)</td></tr>
</table>

Примітка.
Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання – 36/84

2 Анотація дисципліни

Робоча програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

Змістовий модуль 1. *Методи та технології одержання нанопокриттів.*

Змістовий модуль 2. *Композитні матеріали*

Мета курсу – набуття компетентностей: знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності; здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів; а також здатність брати участь у розробці схем фізичних експериментів та обранні необхідного обладнання та пристроїв для проведення експерименту, здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проєктів; здатність продемонструвати результати експериментальних досліджень властивостей фізичної системи, фізичних явищ і процесів; здатність продемонструвати знання характеристик і властивостей наноматеріалів та процесів їх виробництва; здатність брати участь у впровадженні результатів досліджень та розробок; а також здатність реалізувати дизайнерські вимоги шляхом використання новітніх матеріалів з властивостями, що не є характерними для класичних матеріалів; здатність аналізувати можливості використання наноструктурних матеріалів для забезпечення функціональних властивостей об’єктів дизайну; здатність 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.

Результати навчання дисципліни:
знати: основні принципи класифікації матеріалів; методи їх одержання та застосування; основні технології одержання вуглецевих матеріалів; термодинаміку і хімічну кінетику процесів синтезу; фізичні принципи сучасних технологій одержання наноматеріалів, плівок, композитів; властивості новітніх матеріалів; галузі використання наноматеріалів та композитів; класифікацію матеріалів за ступенем дисперсності, особливості вимог до наноматеріалів, плівок та композитів;
вміти: використати практичні навички вирішення завдань, що передбачають реалізацію проєктів з використанням наноструктурних матеріалів і проведення необхідних досліджень; використовувати отримані знання для розв’язання сучасних задач; формулювати підходи до вирішення проблеми отримання матеріалів із заданими властивостями; самостійно опрацьовувати сучасні наукові доробки у галузі виробництва наноматеріалів і використовувати їх під час вирішення технологічних проблем розробки сучасних матеріалів на вуглецевій основі; аналізувати вплив включення нанооб’єктів до класичних матеріалів на принципово нові функціональні властивості цих матеріалів; оцінювати вплив передових досягнень та новітніх відкриттів при проєктуванні дизайнерських об’єктів з використанням нанотехнологій; самостійно опрацювати наукові літературні джерела та готувати доповіді про сучасний стан розвитку нанотехнологій;
здатен продемонструвати: готовність застосовувати фізичні та фізико-технологічні методи, обчислювальні вміння та навички для розв’язання прикладних задач; готовність до опрацювання і аналізу статистичних даних; готовність використовувати одержані знання і вміння під час вивчення інших навчальних предметів;

володіти навичками: застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики, відшукати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації; аргументувати вибір методів розв'язування прикладних задач, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення;
самостійно вирішувати прикладні завдання у професійній діяльності із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій; оцінювати нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) наслідки наукової та інженерної практичної діяльності.

Програмні результати навчання: ПРН 7, ПРН 11, ПРН 18, ПРН 20, ПРН 21.

Необхідні навчальні компоненти (пререквізити, кореквізити і пост реквізити): фізика, методи отримання наноматеріалів, лазерні технології, основи спектрального аналізу.

Види навчальних занять: лекція, практичне, лабораторна, консультація.

Форма підсумкового контролю: екзамен (семестр 7).

Засоби діагностики успішності навчання: індивідуальні завдання, перелік питань для модульного, підсумкового контролю та захисту лабораторних робіт, тести для поточного оцінювання та захисту лабораторних робіт.

Мова навчання: українська.

3 Програма дисципліни

СЕМЕСТР 7

Змістовий модуль 1. *Методи та технології одержання нанопокриттів.*

ТЕМА 1. CVD, MOCVD–технології нанообробки поверхні. Основні визначення. Принципи роботи та застосування CVD, MOCVD–технологій. Відмінності між CVD, MOCVD–технологіями.

ТЕМА 2. PVD-технології нанообробки поверхні. Основні визначення. Переваги. Основні застосування.

ТЕМА 3. Методи та технології одержання нанопокриттів. Основні методи отримання консолідованих наноматеріалів. Конденсаційний метод одержання матеріалів Газовий синтез (конденсація пари) Плазмохімічний синтез Осадження із колоїдних розчинів Термічне розкладання і відновлення. Механосинтез. Детонаційний синтез. Електровибух

ТЕМА 4. Методи та технології одержання нанопокриттів: екологічні аспекти. Створення твердих тіл і поверхонь зі зміненою молекулярною структурою. Розвиток наноконтейнерних технологій векторної доставки ліків. Синтез нових хімічних сполук. Створення точних медичних наноманіпуляторів і діагностичних пристроїв.

ТЕМА 5. Багатокомпонентні наноструктурні плівки. Класифікація вакуумних способів отримання тонких плівок. Нанесення плівок методом вакуум-термічного випару. Переваги VDS процесу в порівнянні з існуючими тонкоплівковими технологіями. Електронно-променеве напилювання. Іонно-плазмове напилювання. Магнетронні пристрої для напилювання. Лазерний метод напилювання тонких плівок. Іонне осадження покриттів. Іонно-дифузійне насичення

ТЕМА 6. Біопокриття та покриття для медицини. Фотодинамічна терапія. Фототермальна терапія. Радіотерапія. Наночастинки в імунології. Наночастинки в дерматології. Наночастинки з антимікробними властивостями.

Змістовий модуль 2. *Композитні матеріали*

ТЕМА 7. Композитні матеріали та перспективи їх використання в різних видах дизайну. Полімерні композити в: транспортно- і суднобудуванні; - будівництві; - коррозійнестійкому устаткуванні; - побутові вироби; - авіакосмічна, військова техніка, електроніка, електроніка, приладобудування.

ТЕМА 8. Класифікація композитних матеріалів. Структурні композитні матеріали та функціональні композитні матеріали.

ТЕМА 9. Металеві композитні матеріали. Композитні матеріали на основі металів та сплавів. Композитні матеріали з алюмінієвою матрицею. Дисперсно-зміцнені матеріали (в тому числі і псевдо сплави). Евтектичні МКМ (сплави з направленою кристалізацією евтектичних структур). Волокнисті матеріали, армовані дискретними складовими.

ТЕМА 10. Класифікація вуглецево-вуглецевих композитів за складом. Частково карбонізовані. Карбонізовані. Графітовані вуглецеві композити.

ТЕМА 11. Класифікація вуглецево-вуглецевих композитів за технологією одержання. Високоміцні . Високомодульні. Низькомодульні. Середньої міцності.

ТЕМА 12. Керамічні композитні матеріали. Вирішення проблем екологізації шляхом використання неметалевих композитів. Теракота, фаянс, фарфор, цегла. Вольфрам-кобальтові сплави. Матеріали, виготовлені на основі карбідів кремнію і карбіду бору.

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:						усього	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. CVD, MOCVD–технології нанообробки поверхні.	13	1		2	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-
Тема 2. PVD-технології нанообробки поверхні	13	1		2	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-
Тема 3. Методи та технології одержання нанопокриттів.	11	1		2	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-
Тема 4. Методи та технології одержання нанопокриттів: екологічні аспекти	7	1		2	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
Тема 5. Багатокомпонентні наноструктурні плівки.	8	1		2			5							
Тема 6. Біопокриття та покриття для медицини	8	1		2	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 1	**60**	6		12	-	-	42	-	-	-	-	-	-	-
Семестр 3. Розділ 2. **Властивості вуглецевих наноструктур**														
Тема 7. Композитні матеріали та перспективи їх використання в різних видах дизайну.	8	1		2	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-
Тема 8. Класифікація композитних матеріалів	1	1		2	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-
Тема 9. Металеві композитні матеріали. Композитні матеріали на основі металів та сплавів. Композитні матеріали з алюмінієвою матрицею.	8	1		2	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
Тема 10. Класифікація вуглецево-вуглецевих композитів за складом.	7	1		2	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-
Тема 11. Класифікація вуглецево-вуглецевих	7	1		2			5							

композитів за технологією одержання.														
Тема 12. Керамічні композитні матеріали. Вирішення проблем екологізації шляхом використання неметалевих композитів.	7	1		2			8							
Разом за змістовим модулем 2	60	6		12	-	-	42	-	-	-	-	-	-	-
Всього годин за рік	**120**	**12**		**24**	**-**	**-**	**84**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

5 Лабораторні заняття

№ з/п	Назва теми лабораторного заняття	Кількість годин
1	Особливості нанорозмірного стану речовини. Розмірні ефекти. Нанорозмірний фактор у матеріалознавстві	2
2-4	Фізичні властивості. Електричні і оптичні властивості наноматеріалів. Магнітні характеристики. Скануюча зондова мікроскопія наноматеріалів	6
5-8	Процеси нанотехнології: Конденсаційний метод. Високоенергетичне подрібнення. Механохімічний синтез. Плазмохімічний синтез. Електричний вибух дротиків. Методи консолідації.	8
9-12	Основні методи формування наноструктурних покриттів на робочих поверхнях. Методи фізичного осадження з парової фази. Методи хімічного осадження з парової фази	8
	Всього	24

6 Самостійна робота

№ з/п	Види робіт	Кількість годин
1	Підготовка до лабораторних занять	6
2	Опрацювання тем, які не викладаються на лекціях	5
3	Підготовка до всіх видів контролю	10
4	Індивідуальні завдання (презентації)	15
	Всього	**36**

7 Розподіл балів, які отримують студенти

Екзамен

Поточне оцінювання та самостійна робота													**МК**	**Екзамен**	**Сума**
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8	Т9	Т10	Т11	Т12	Презентації			
5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	100

Розподіл балів з дисципліни

Види робіт, що оцінюються в балах	**Т1**	**Т2**	**Т3**	**Т4**	**Т5**	**Т6**	**Т7**	**Т8**	**Т9**	**Т10**	**Т11**	**Т12**	**Усього**
Лабораторна робота	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
Поточний (теоретичний) контроль	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	6
Активність на занятті (лекція, практичне)	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	28
Презентації											10		10
Модульний контроль (МК)											10		10
Екзамен											10		10
												Всього з дисципліни	**100**

Критерії оцінювання видів робіт

Максимальна кількість балів за кожну лабораторну роботу переводиться відповідно до кількості лабораторних робіт в даній темі. Наприклад, якщо тема 2 включає 2 лабораторні роботи, то максимальний бал за кожну буде по 5 балів. 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 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 спеціальній термінології, допускає істотні неточності та помилки при відповідях на поставлені питання, володіє лише обов'язковим мінімумом фізичних знань.
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.

Оцінювання ІЗ здійснюється за 10-бальною шкалою.

Бали	Критерії оцінювання при виконанні презентації
9-10	оцінюється робота здобувача вищої освіти, якщо вона містить оригінальні дослідницькі матеріали з авторським внеском; звіт написаний згідно вимогам; ідея роботи відповідає поставленій задачі, аргументовано і повно виконано всі завдання, продемонстровано глибокі, узагальнені знання і розуміння вивченого матеріалу.
7-8	оцінюється робота здобувача вищої освіти, якщо тема розкрита повно; ідея проєкта є оригінальною, але частково використані відомі технології; аргументовано всі результати, продемонстровано узагальнені знання і розуміння вивченого матеріалу.
4-6	оцінюється робота здобувача вищої освіти, якщо тема розкрита недостатньо повно; оригінальність проекту є лише частковою, в звіті припущено незначну кількість помилок; недостатньо послідовно виконано завдання, продемонстровано знання і розуміння вивченого матеріалу.
1-3	Оцінюється робота здобувача вищої освіти, якщо тема розкрита частково; звіт містить значну кількість помилок; авторський внесок складає менше 10%; недостатньо послідовно і з неточностями виконано завдання, продемонстровано недостатні знання і засвоєння вивченого матеріалу.
0	оцінюється робота здобувача вищої освіти, якщо він не виконав 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 кожну правильну відповідь залежить від складності питань і вказується при проходженні тесту

Критерії оцінювання екзамену

Екзаменаційний білет складається із 2 теоретичних питань та практичного завдання.

Види оцінювання	**Бали**
Теоретичне питання 1	3
Теоретичне питання 2	3
Практичне завдання 3	4
Всього	**10**

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 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 несвоєчасного виконання роботи без поважних причин, бали будуть пониженими.

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 перезарахувати 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.

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

- самостійне виконання всіх видів робіт, завдань, форм контролю, передбачених робочою програмою навчальної дисципліни «Дослідження фізичних властивостей матеріалів з наноструктурним покриттям»;
- 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, використані методики досліджень і джерела інформації.

8.14. 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.

9 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. Нанотехнології в матеріалознавстві: методичні вказівки до практичних робіт для студентів спеціальності 132. Матеріалознавство», освітньої програми «Прикладне матеріалознавство» денної і заочної форм навчання /Укл.: В.С. Вініченко – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022. 52 с.

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. Наноструктури та нанотехнології: навчальний посібник / О. М. Назаров, М. М. Нищенко— К. : НАУ, 2012. — 245 с.
4. Нанофізика, наноматеріали, наноелектроніка: навчальний посібник / Ю. М. Поплавко, О. В. Борисов, Ю. І. Якименко— К. : НТУУ «КПІ», 2012. — 299 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. Наноматеріали і нанотехнології: навчальний посібник / Азарєнков М. О., Неклюдов І. М., Береснєв В. М., Воєводін В. М., Погребняк О. Д., Ковтун Г. П., Соболь О. В., Удовицький В. Г., Литовченко С. В., Турбін П. В., Чишкала В. О. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2014. – 316 с.
7. Нанотехнології і наноструктури. Навчальний посібник / Заячук Д. М. -. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. - 580 с.
8. Локальні методі досліджень Підручник для студентів спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» / Загородній В.В. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. - 323 с.
9. Основи наноелектроніки : навчальний посібник / А. А. Багдасарян. – Суми : Сумський державний університет, 2019. – 133 с.
10. Nanotechnology: Global Strategies, Industry Trends and Applications / Schulte J., Jurgen Schulte -Wiley, John & Sons, 2005, 194 p.
11. 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. 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 XXI 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, нано-структур 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. Комп'ютерне моделювання фізичних явищ [Електронний ресурс]. Моделі фізичних явищ. Режим доступу http://cmodel.in.ua
2. Портал нанотехнологій [Електроннийресурс] Режим доступу http://nanotechweb.org/
3. Європейський нанопортал [Електроннийресурс] 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 _____ _____
(підпис)

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

Завідувач кафедри _____ _____
(підпис)