

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра теоретичної механіки, машинознавства
та роботомеханічних систем (№ 202)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант ОП

Олег ЧУГАЙ

«31» серпня 2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Особливості використання мікро- та наноструктур у вимірювальній
техніці**

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 153 «Мікро- та наносистемна техніка»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Мікро- та наносистемна техніка» (скорочений термін
навчання)

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2022 рік

Робоча програма Особливості використання мікро- та наноструктур у вимірювальній техніці

для студентів за спеціальністю 153 «Мікро- та наносистемна техніка»
освітньою програмою «Мікро- та наносистемна техніка»

«21» червня 2022 р., – 9 с.

Розробник: Романова І.О., ст. викладач кафедри теоретичної механіки,

машинознавства та роботомеханічних систем

(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри теоретичної механіки,
машинознавства та роботомеханічних систем (№ 202)

(назва кафедри)

протокол № 10 від " 29 " червня 2022 р.

Завідувач кафедри 202 д.т.н., доцент  О.О. Баранов

(підпис)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	<p>Галузь знань <u>15 «Автоматизація та приладобудування»</u></p> <p>Спеціальність <u>153 «Мікро- та наносистемна техніка»</u></p> <p>Освітня програма <u>«Мікро- та наносистемна техніка»</u></p> <p>Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	Обов'язкова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2022/2023
Індивідуальне завдання – РР		Семестр
Загальна кількість годин – 56/64		4-й (скорочений термін навчання)
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 56 самостійної роботи студента – 64		Лекції*
		40 години
	Практичні*	
	16 години	
	Лабораторні*	
	немає	
	Самостійна робота	
	64 годин	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
 $56/64 = 0,8$.

*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: ознайомити з обладнанням і методами отримання наноструктур.

Завдання: навчити проектувати датчики, пристрої і системи на основі нанотрубок, застосовувати нанотрубки в емісійній та оптоелектроніці.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей:**

ЗК 10. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 14. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями та технологіями.

ФК 38. Знати про обладнання і методи отримання наноструктур та особливості їх застосовувати у вимірювальній техніці.

Програмні результати навчання:

ПРН1. Описувати принцип дії і перевіряти функціонування пристроїв мікро- та наносистемної техніки за допомогою наукових концепцій, теорій та методів.

Міждисциплінарні зв'язки: вивчення дисципліни ґрунтується на теоретичних знаннях з курсів «Електронні пристрої вимірювальної техніки», «Основи проектування засобів вимірювальної техніки», «Біофізика та біомеханіка», «Електронна та мікропроцесорна техніка» та є базою для вивчення таких дисциплін, як «Технологія виготовлення засобів вимірювальної техніки», «Основи взаємоузгодження в засобах вимірювальної техніки».

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовний модуль 1

ТЕМА 1. СТАНОВЛЕННЯ І РОЗВИТОК НАНОТЕХНОЛОГІЇ ЯК МІЖДИСЦИПЛІНАРНОЇ ГАЛУЗІ ДІЯЛЬНОСТІ

Основні поняття і визначення Наноефекти і нанооб'єкти в природі. «Інтуїтивні» нанотехнології

ТЕМА 2. МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ НАНОСТРУКТУР

Особливості діагностики нанооб'єктів. Скануюча зондова мікроскопія. Скануюча тунельна мікроскопія. Багатофункціональність методів скануючої зондової мікроскопії. Спектральні методи дослідження. Фотоемісійна спектроскопія. Магнітний резонанс.

ТЕМА 3. ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНОМУ РІВНІ

Спадні і висхідні підходи. Атомні кластери як елементарні об'єкти самозборки. Методи отримання кластерів. Технології формування поверхневих шарів з атомарною точністю. Прецизійна літографія.

ТЕМА 4. СТРУКТУРА І ВЛАСТИВОСТІ НАНОСТРУКТУРНИХ МАТЕРІАЛІВ

Структурні особливості наноматеріалів. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Принципи класифікації наноматеріалів.

ТЕМА 5. НАНОПОРОШКИ

Особливості структури і властивостей. Застосування нанопорошків.

ТЕМА 6. ВУГЛЕЦЕВІ НАНОСТРУКТУРИ

Алотропні форми вуглецю. Основні методи отримання фулеренів. Властивості фулерена. Невуглецеві фулерени. Невуглецеві нанотрубки. Графен.

ТЕМА 7. ОБ'ЄМНІ НАНОМАТЕРІАЛИ

Загальна характеристика методів отримання. Особливості механічних властивостей наноматеріалів, напівчинних інтенсивної пластичної деформацією. Багатшарові наноструктурні покриття.

Модульний контроль**Змістовний модуль 2****ТЕМА 8. ОСНОВНІ ГАЛУЗІ ВИКОРИСТАННЯ НАНОМАТЕРІАЛІВ І НАНОТЕХНОЛОГІЙ**

Конструкційні та функціональні наноструктурні матеріали. Наноструктурні конструкційні матеріали. Нанокompозити. Інструментальні наноматеріали. Наноструктурна кераміка. Біотехнологія і медицина.

ТЕМА 9. ПОТЕНЦІАЛ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ НАНОНАУКИ І НАНОТЕХНІКИ

Потенціал і перспективи розвитку нанотехнологій. Соціальні наслідки нанотехнологій.

Модульний контроль**4. Структура навчальної дисципліни**

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1					
ТЕМА 1. Становлення і розвиток нанотехнології як міждисциплінарної галузі діяльності	6	2	-	-	4
ТЕМА 2. Методи діагностики наноструктур	13	5	2	-	6
ТЕМА 3. Основи конструювання об'єктів на атомномолекулярному рівні	17	5	2	-	10
ТЕМА 4. Структура і властивості наноструктурних матеріалів	17	5	2	-	10
ТЕМА 5. Нанопорошки	17	5	2	-	10
ТЕМА 6. Вуглецеві наноструктури	17	5	2	-	10
ТЕМА 7. Об'ємні наноматеріали	17	5	2	-	10
Модульний контроль	2	2	-	-	-
Разом за змістовним модулем 1	106	34	12	-	60
Змістовний модуль 2					
ТЕМА 8. Основні галузі використання наноматеріалів і нанотехнологій	6	2	2	-	2
ТЕМА 9. Потенціал і перспективи розвитку нанонауки і нанотехніки	6	2	2	-	2
Модульний контроль	2	2	-	-	-
Разом за змістовним модулем 2	14	6	4	-	4
Усього годин	120	40	16	-	64

5. Теми семінарських занять

Навчальним планом не передбачено проведення семінарських занять.

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Види і методи вимірювань. Похибки вимірювань	2
2	Фундаментальні явища в низьковимірних структурах	2
3	Елементи низькорозмірних структур	2
4	Структури з квантовим обмеженням, створюваним зовнішнім електричним полем	2
5	Традиційні методи формування плівок	2
6	Методи, засновані на використанні скануючих зондів	2
7	Нанолітографія. Саморегулюючі процеси	2
8	Формування і властивості наноструктурованих матеріалів	2
	Разом	16

7. Теми лабораторних занять

Навчальним планом не передбачене виконання лабораторних робіт.

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Газоевтектичні наноструктуровані системи та їх властивості	3
2	Методи отримання гетероструктур	4
3	Магнітокалоричний ефект в наноструктурах	4
4	Термоелектричні властивості нанокомпозитів	4
5	Магнетизм наноструктур. Гігантський магнітокалоричний ефект	4
6	Фонони в наноструктурованих матеріалах	4
7	Методи вивчення фазових переходів у наноструктурах	4
8	Комп'ютерні методи у дослідженнях наноструктурованих матеріалів	3
9	Отримання наноструктур методами інтенсивної пластичної деформації	3
10	Рідинні нанокомпозитні системи з магнітними властивостями	3
11	Магнітні фазові переходи в наносистемах та методи їх вивчення	4
12	Наноелектромеханічні системи та методи їх створення	3
13	Ефект пам'яті форми в наноструктурованих матеріалах	3
14	Квазікристали, їх структура та основні фізичні властивості	3
15	Наноструктурні формування у аморфній матриці	3
16	Механічні властивості нанокомпозитів	3
17	Вплив лазерного опромінення на властивості наноматеріалів	2
18	Вибухова кристалізація в наносистемах	3

19	Поверхневі властивості наночастинок	2
20	Наночастинки у створенні нових хімічних джерел електричної енергії	2
	Разом	64

9. Індивідуальні завдання

Навчальним планом передбачене виконання розрахункової роботи на тему: «Проектування датчиків, пристроїв і систем на основі нанотрубок, застосування нанотрубок в емісійній та оптоелектроніці».

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Виконання та захист практичних робіт, виконання та захист РР, письмовий модульний контроль, фінальний контроль (іспит) у вигляді підсумку балів за семестр, семестровий контроль (іспит).

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту у вигляді **письмового іспиту** (комплексне завдання). При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист практичних робіт	0...5	4	0...20
Виконання і захист реферативної роботи	0...5	1	0...5
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист практичних робіт	0...5	4	0...20
Виконання і захист реферативної роботи	0...5	1	0...5
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Виконання і захист РР	0...20	1	0...20
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Розподіл балів, які отримують студенти при складанні семестрового іспиту (кількісні критерії оцінювання)

Складові білету семестрового іспиту	Бали за одне завдання	Кількість завдань	Сумарна кількість балів
Теоретичне запитання	0...15	1	0...15
Практичне завдання: вибрати варіанти правильних відповідей	0...5	5	0...25
Практичне завдання: продовжити відповідь на поставлене запитання	0...6	5	0...30
Задача	0...30	1	0...30
Всього за семестровий іспит			0...100

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- основні поняття та визначення;
- особливості діагностики нанооб'єктів;
- методи отримання кластерів;
- структурні особливості наноматеріалів;
- принципи класифікації наноматеріалів;
- основні методи отримання фулеренів.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- вміти перерахувати основні хронологічні етапи становлення нанотехнологій;
- вміти дати загальну характеристику методів скануючої зондової мікроскопії;
- описувати принцип дії скануючого тунельного мікроскопа, його режими і можливості при вивченні наноматеріалів;
- описувати принцип дії атомно-силового мікроскопа;
- описувати основні групи кластерних матеріалів⁴
- вказувати групи наноматеріалів за геометричною ознакою, наводити приклади.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати знання основних положень фактичного матеріалу, вміння отримати за допомогою викладача правильне рішення конкретної практичної задачі. Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання та здати тестування.

Добре (75-89). Показати міцні знання основних положень фактичного матеріалу, вміння самостійно вирішувати конкретні практичні завдання, при цьому можливі несуттєві прогалини в демонстрованих знаннях і уміннях. Твердо знати мінімум, захистити всі індивідуальні завдання, виконати всі контрольні точки, здати тестування та поза аудиторну самостійну роботу.

Відмінно (90-100). Показати міцні знання основних положень фактичного матеріалу і вміння самостійно виконувати конкретні практичні завдання. Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Навчально-методичний комплекс дисципліни, який включає в себе:
 - скановану копію робочої програми з дисципліни «Особливості використання мікро- та наноструктур у вимірювальній техніці»;
 - розширений план лекцій з дисципліни «Особливості використання мікро- та наноструктур у вимірювальній техніці»;
 - контрольні запитання з дисципліни «Особливості використання мікро- та наноструктур у вимірювальній техніці»;
 - перелік навчально-методичного забезпечення з дисципліни «Особливості використання мікро- та наноструктур у вимірювальній техніці»;
 - рекомендації та вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Особливості використання мікро- та наноструктур у вимірювальній техніці» розміщено на www.khai.edu.

14. Рекомендована література

Базова

1. Наноструктури та нанокapsули [Електронний ресурс] : конспект лекцій з дисципліни «Наноструктури та нанокapsули» для студентів спеціальності 163 «Біомедична інженерія» всіх форм навчання / уклад. О. М. Сорочан. – Маріуполь : ПДТУ, 2019. – 86 с.
2. Зайчук Д.М. Нанорозмірні структури і надгратки. – Львів: Вид-во «Львівська політехніка», 2006 – 415 с.
3. Зайчук Д.М. Нанотехнології і наноструктури. – Львів: вид-во «Львівська політехніка», 2009 – 580 с.

Допоміжна

1. Наноструктуры и нанопокpытия : перспективы и реальность : учеб. пособие / Г. И. Костюк ; М-во образования и науки Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. жуковского "Харьк. авиац. ин-т". - Х. - Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2009. - 406 с.
2. Нанотехнологии: теория, эксперимент, техника, перспективы : [монография] / Г. И. Костюк ; Междунар. акад. наук и инновац. технологий. - Киев. - Изд-во Междунар. акад. наук и инновац. технологий, 2012. - 648 с.
3. Научные основы создания современных технологий : учеб. пособие . Кн. 2 : Плазменно-ионные, ионно-лучевые и лазерные технологии / Г. И. Костюк ; М-во образования и науки Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т". - Харьков. - Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2018. - 384 с.

15. Інформаційні ресурси

<https://education.khai.edu/department/202>
<https://k202.tilda.ws/>