

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра експлуатації та ремонту машин

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

НАНОМАТЕРІАЛИ І НАНОТЕХНОЛОГІЇ

Освітньо-наукова програма "Матеріалознавство"
третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти "Доктор філософії"

Спеціальність: 132 Матеріалознавство
Галузь знань: 13 Механічна інженерія

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 14 від 29.05.2019 р.

м. Кропивницький - 2019

ЗМІСТ

1. Загальна інформація.
2. Анотація до дисципліни.
3. Мета і завдання дисципліни (формування загальних фахових компетенцій).
4. Формат дисципліни.
5. Програмні результати навчання.
6. Обсяг дисципліни.
7. Ознаки дисципліни.
8. Пререквізити.
9. Технічне й програмне забезпечення /обладнання.
10. Політика курсу.
11. Навчально-методична карта дисципліни.
12. Система оцінювання та вимоги.
13. Рекомендована література.

1 Загальна інформація

Назва дисципліни	НАНОМАТЕРІАЛИ І НАНОТЕХНОЛОГІЇ
Викладач	Аулін Віктор Васильович, доктор технічних наук, професор
Контактний телефон	095-055-74-11
E-mail:	AulinVV@gmail.com
Консультації	<i>Очні консультації</i> за попередньою домовленістю Вівторок та Четвер з 14.00 до 15.00 <i>Онлайн консультації</i> за попередньою домовленістю Viber (+38095-055-74-11) в робочі дні з 9.00 до 15.30

2 Анотація до дисципліни

Нанотехнології володіють унікальними властивостями, застосовуються в усіх галузях виробництва і промисловості, починаючи від військових потреб, електроніки, розроблення нових датчиків: газу, тиску, випромінювання на основі мембран з атомарною товщиною, машинобудування, будівництва, сонячної, космічної, медичної галузей та закінчуючи побутом. Вивчення дисципліни "Нанотехнології і наноматеріали" необхідне аспірантам спеціальності 132 "Матеріалознавство" і охоплює такі питання: загальну інформацію про нанотехнології і наноматеріали, їх особливі властивості, методи отримання та галузі застосування. Детальна увага приділена приладовим елементам на основі тонких плівок, мультишарів, гранульованих сплавів, спін-вентильних структур, керування якими відбувається за допомогою зовнішнього магнітного поля. Вивчаються алотропні модифікації карбону. Наведені сучасні досягнення у сфері наноматеріалів та нанотехнологій.

3 Мета і завдання дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни є формування у аспірантів комплексу поглиблених знань і вмінь в галузі наноматеріалів і нанотехнологій, набуття навичок та вмінь в проектуванні і розробці нанотехнологій матеріалів та матеріалів, плануванні, виконанні і аналізі результатів експериментів в галузі синтезу наноматеріалів та захисних покриттів.

Завдання вивчення дисципліни є формування компетентностей (ЗК– загальних, ФК – фахових):

ЗК 03 - Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 04 - Здатність ініціювати та виконувати наукові дослідження, що приводять до отримання нових знань і розуміння основних проблем матеріалознавства.

ЗК 05 - Комплексність та системний підхід до проведення наукових досліджень на рівні доктора філософії із використанням інформаційних та комунікаційних технологій.

ЗК 06 - Компетентність володіння методами математичного й алгоритмічного моделювання при аналізі проблематики наукового дослідження.

ЗК 07 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних наукових джерел. Здатність працювати з різними джерелами інформації, аналізувати та синтезувати її, виявляти не вирішені раніше задачі (проблеми) або їх частини, формулювати наукові гіпотези.

ЗК 08 - Комплексність в організації творчої діяльності та процесу проведення наукових досліджень. Здатність організовувати творчу діяльність та процес проведення наукових досліджень.

ЗК 09 - Здатність оцінювати та забезпечувати високу якість виконаних робіт.

ЗК 10 - Здатність бути критичним та самокритичним. Здатність критично сприймати та аналізувати чужі думки й ідеї, висловлюючи та відстоюючи свою власну наукову позицію, шукати власні шляхи вирішення проблеми, рецензувати наукові публікації та автореферати, здійснювати критичний аналіз власних матеріалів.

ЗК 11 - Здатність генерувати нові науково-теоретичні та практично спрямовані ідеї (креативність).

ЗК 12 - Комплексність у прийнятті обґрунтованих рішень.

ЗК 13 - Комплексність у розробці та реалізації наукових проектів та програм у сфері матеріалознавства. Здатність розробляти та реалізовувати наукові проекти і програми в галузі прикладної механіки промисловості та охорони навколишнього природного середовища.

ФК 02 - Здатність створювати нові знання через оригінальні дослідження, якість яких може бути визнана на національному та міжнародному рівнях.

ФК 03 - Комплексність у володінні інформацією щодо сучасного стану і тенденцій розвитку світової і вітчизняної науки у сфері матеріалознавства.

ФК 06 - Здатність демонструвати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів експериментального матеріалознавства.

ФК 07 - Здатність демонструвати розуміння специфіки матеріалознавства як науки про склад, структуру й властивості матеріалів.

ФК 08 - Здатність застосовувати відповідні математичні методи, комп'ютерні технології, для вирішення завдань в сфері матеріалознавства.

ФК 09 - Здатність застосовувати комплексний підхід до вирішення експериментальних завдань з застосуванням

засобів інформаційно-вимірювальної техніки та прикладного програмного забезпечення.

ФК 10 - Здатність демонструвати практичні навички з дослідження хімічного складу, структури, властивостей матеріалів та виробів.

ФК 11 - Здатність впроваджувати новітні досягнення для технологій дослідження, виготовлення, обробки, утилізації матеріалів та виробів на їх основі.

ФК 14 - Здатність використовувати знання для розвитку науки в галузі прикладної механіки, удосконалення категоріального апарату, термінів, понять та визначень, в тому числі у відповідності до стану та вимог світової науки.

4 Формат дисципліни

Для денної форми навчання:

Викладання курсу передбачає для засвоєння дисципліни традиційні лекційні заняття із застосуванням електронних презентацій, поєднуючи із практичними роботами.

Формат очний (offline / Face to face)

Для заочної форми навчання:

Під час сесії формат очний (offline / Face to face), у міжсесійний період – дистанційний (online).

5 Результати навчання

При вивченні дисципліни студент повинен набути наступні результати:

ЗНАННЯ (ЗН)

ЗН 3. Знання теорії та методології системного аналізу, етапів реалізації системного підходу при дослідженні процесів та явищ у матеріалознавстві

ЗН 5. Знання концептуальних, теоретичних і методологічних основ фізичних, хімічних, споживчих і технологічних властивостей матеріалів, методів їх оцінювання, розроблення нових і вдосконалення існуючих матеріалів

ЗН 6. Знання новітніх технологічних методів формування структури композитів для підвищення їх ресурсу роботи в умовах різних видів зношування; новітніх технологічних методів та сучасних приладів неруйнівного контролю нових функціональних матеріалів

ЗН 7. Знання новітніх технологічних методів зміцнення деталей машин для підвищення їх ресурсу роботи в умовах експлуатації та методів підвищення працездатності та надійності виробів

УМІННЯ (УМ)

УМ 1. Уміння прогнозувати тенденції розвитку матеріалів і технологій їх формування

УМ 2. Уміння аналізувати матеріали і технології за встановленими критеріями; обирати і застосовувати найбільш придатні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи для проведення досліджень, інтерпретувати результати досліджень

УМ 3. Уміння ставити, формулювати і розв'язувати завдання у галузі матеріалознавства, що пов'язані з технологіями дослідження, виготовлення, обробки, утилізації матеріалів та виробів на їх основі з урахуванням важливості соціальних обмежень (суспільство, здоров'я і безпека, охорона довкілля, економіка, промисловість тощо)

УМ 4. Уміння працювати з нормативно-технічними документами та стандартами на інженерні продукти і технології

УМ 5. Уміння використовувати комп'ютеризовані бази даних, «хмарні» та інтернет-технології, наукові бази даних та інші сучасні джерела інформації

УМ 6. Уміння володіти сучасними методами та розробленими методиками планування, аналізу та обґрунтування результату активного експерименту

УМ 7. Уміння підбирати потрібні матеріали для вирішення відповідних завдань у тих чи інших галузях техніки; оцінювати вплив різних способів обробки матеріалів на їх структуру і функціональні властивості

УМ 8. Уміння організовувати і проводити експериментальні випробування інженерних продуктів в галузі матеріалознавства; оцінювати механічні властивості матеріалів; аргументовано обирати компоненти композитів на основі технологій триботехнічного відновлення тощо

УМ 10. Уміння застосовувати апаратні та програмні засоби сучасних інформаційних технологій для вирішення задач в сфері матеріалознавства

УМ 11. Уміння застосовувати принципи професійної етики і академічної доброчесності

УМ 12. Уміння організовувати спільну роботу з фахівцями з різних галузей в рамках наукових проєктів

КОМУНІКАЦІЯ (КОМ)

КОМ 2. Знати та розуміти методи наукових досліджень, вміти використовувати їх на рівні доктора філософії

КОМ 3. Вміти генерувати власні ідеї та приймати обґрунтовані рішення

КОМ 4. Вміти вишукувати, обробляти, аналізувати та систематизувати отриману інформацію; розуміти наукові статті у сфері обраної спеціальності; працювати з сучасними бібліографічними і реферативними базами даних, а також наукометричними платформами, такими як Web of Science, Scopus та ін.; вміти проводити розрахунок кількісних наукометричних показників ефективності наукової діяльності (індекс цитування, індекс Хірша (h-індекс), імпакт-фактор)

КОМ 5. Розуміти та мати навички використання правил цитування та посилання на використані джерела, правил оформлення бібліографічного списку; вміти проводити аналіз інформаційних джерел, виявляти протиріччя і не вирішенні раніше проблеми або їх частини, формулювати робочі гіпотези

КОМ 6. Вміти організовувати творчу діяльність та процес проведення наукових досліджень

КОМ 7. Вміти оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт

КОМ 8. Вміти планувати та управляти часом підготовки дисертаційного дослідження

КОМ 9. Вміти публічно представляти, захищати результати власного дисертаційного дослідження, обговорювати їх і дискутувати з науково-професійною спільнотою; вміти брати участь у критичному діалозі, використовувати сучасні засоби для візуальної презентації результатів дисертаційного дослідження

АВТНОМІЯ І ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ (АІВ)

АіВ 1. Здатність управління комплексними діями або проектами, адаптуватись до нових ситуацій та приймати відповідні рішення у непередбачуваних умовах.

Набути соціальних навичок (soft-skills):

– здійснювати професійну комунікацію, ефективно пояснювати і презентувати матеріал, взаємодіяти в проектній діяльності;

– небайдуже ставлення до участі у громадських суспільних заходах, спрямованих на підтримку здорового способу життя оточуючих.

6 Обсяг дисципліни

Вид заняття	Кількість годин
лекції	26
практичні	13
самостійна робота	81
Всього	120

7 Ознаки дисципліни

Рік викладання	Курс (рік навчання)	Семестр	Спеціальність	Кількість кредитів / годин	Кількість змістових модулів	Вид підсумкового контролю	Нормативна / вибіркова
2019	1	1	132 Матеріалознавство	4/120	2	Залік	Нормативна

8 Пререквізити

Ефективність засвоєння змісту дисципліни "Наноматеріали і нанотехнології" значно підвищиться, якщо аспірант попередньо опанував матеріал дисциплін другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 132 "Матеріалознавство".

9 Технічне й програмне забезпечення /обладнання

У період сесії бажано мати мобільний пристрій (телефон) для оперативної комунікації з адміністрацією та викладачами з приводу проведення занять та консультацій. У міжсесійний період комп'ютерну техніку (з виходом у глобальну мережу) та оргтехніку для комунікації з адміністрацією, викладачами та підготовки (друку) рефератів і самостійних робіт.

10 Політика дисципліни

Академічна доброчесність:

Очікується, що студенти будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлювати наслідки її порушення.

Відвідування занять:

Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають лекції і практичні заняття курсу. Пропущені заняття повинні бути відпрацьовані не пізніше, ніж за тиждень до залікової сесії.

Поведінка на заняттях:

Недопустимість: запізнь на заняття, списування та плагіат, несвоєчасне виконання поставленого завдання.

При організації освітнього процесу в Центральноукраїнському національному технічному університеті студенти, викладачі та адміністрація діють відповідно до: Положення про організацію освітнього процесу; Положення про організацію вивчення вибіркового навчальних дисциплін у ЦНТУ; Положення про рубіжний контроль успішності і сесійну атестацію здобувачів вищої освіти ЦНТУ; Кодексу академічної доброчесності ЦНТУ.

11 Навчально-методична карта дисципліни

Тижень, дата, години	Тема, основні питання (розкривають зміст і є орієнтирами для підготовки до модульного і підсумкового контролю)	Форма діяльності (заняття) /формат	Матеріали	Література, інформаційні ресурси	Завдання, години	Вага оцінки	Термін виконання
Тиж. 1, Тиж. 2	<p>Тема 1 Фундаментальні властивості наноматеріалів.</p> <p>Елементи стандартизації для наномасштабного рівня структурної організації. Шляхи формування. Класифікація наноматеріалів. Нанокристалічний структурний стан. Структура та функціональні особливості міжкристалічної границі в наноматеріалах. Фізичні причини специфіки властивостей наночастинок і наноструктурних матеріалів. Класифікація нанооб'єктів. Класифікація нанооб'єктів за їх розмірністю. Кластери. Зародження та зростання кластерів. Структурні особливості нанокластерного стану матеріалу. Особливості формування структури у</p>	Лекція / <i>Face to face</i>	Конспект лекцій / презентація	[1-3]	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. Підготувати доповідь на тему: Елементи стандартизації для наномасштабного рівня структурної організації. Шляхи формування. Класифікація наноматеріалів. Нанокристалічний структурний стан. Структура та функціональні особливості міжкристалічної границі в наноматеріалах. Фізичні причини специфіки властивостей наночастинок і наноструктурних матеріалів. Класифікація нанооб'єктів. Класифікація нанооб'єктів за їх розмірністю. Кластери. Зародження та зростання	4 бали	Самостійна робота до 3 тижня

	нерівноважних умовах.				кластерів. Структурні особливості нанокластерного стану матеріалу. Особливості формування структури у нерівноважних умовах.		
Тиж. 2	Тема 1. Ознайомлення з класифікацією наноматеріалів, елементами їх стандартизації та сукупністю фундаментальних властивостей.	Практичне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації		Виконати та захисти звіт з практичної роботи	2 бал	Самостійна робота до 3 тижня
Тиж. 3, Тиж. 4	Тема 2 Аморфні матеріали. Властивості аморфних металевих систем. Аморфні сплави.	Лекція / <i>Face to face</i>	Конспект лекцій / презентація	[4-6]	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. Підготувати доповідь на тему: Властивості аморфних металевих систем. Аморфні сплави.	4 бали	Самостійна робота до 5 тижня
Тиж. 4	Тема 2. Ознайомлення з структурою та властивостями аморфних матеріалів.	Практичне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації		Виконати та захисти звіт з практичної роботи	2 бали	Самостійна робота до 5 тижня
Тиж. 5, Тиж. 6	Тема 3 Нанокозиційні і нанопористі матеріали. Нанокозиційні матеріали. Нанопористі матеріали.	Лекція / <i>Face to face</i>	Конспект лекцій / презентація	[6-12]	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. Підготувати доповідь на тему: Нанокозиційні матеріали. Нанопористі матеріали.	4 бали	Самостійна робота до 7 тижня

Тиж. 6	Тема 3. Ознайомлення з структурою та властивостями наноконпозиційних і нанопористих матеріалів.	Практичне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації		Виконати та захисти звіт з практичної роботи	2 бал	Самостійна робота до 7 тижня
Тиж. 7, Тиж. 8	Тема 4 Вуглець і вуглецеві матеріали. Вуглець як хімічний елемент, його поширеність в природі. Будова атому вуглецю, гібридизація його атомних орбіталей та характер утворюваних ним зв'язків. Алотропні форми вуглецю (графіт, алмаз, карбід, фулерен) та матеріали на їх основі. Історія відкриття фулеренів. Види фулеренів, їх позначення та термінологія. Будова і властивості молекул фулеренів C ₆₀ та C ₇₀ . Кристалічна будова і основні фізичні властивості фулеритів C ₆₀ та C ₇₀ . Основні хімічні властивості фулеренів. Природні фулерени. Синтез похідних фулеренів. Виділення та розділення фулеренів.	Лекція / <i>Face to face</i>	Конспект лекцій / презентація	[12-17]	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. Підготувати доповідь на тему: Вуглець як хімічний елемент, його поширеність в природі. Будова атому вуглецю, гібридизація його атомних орбіталей та характер утворюваних ним зв'язків. Алотропні форми вуглецю (графіт, алмаз, карбід, фулерен) та матеріали на їх основі. Історія відкриття фулеренів. Види фулеренів, їх позначення та термінологія. Будова і властивості молекул фулеренів C ₆₀ та C ₇₀ . Кристалічна будова і основні фізичні властивості фулеритів C ₆₀ та C ₇₀ . Основні хімічні	4 бали	Самостійна робота до 9 тижня

					властивості фулеренів. Природні фулерени. Синтез похідних фулеренів. Виділення та розділення фулеренів.		
Тиж. 8	Тема 4. Ознайомлення з структурою, алотропними формами та властивостями вуглецю і вуглецевих матеріалів.	Практичне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації		Виконати та захисти звіт з практичної роботи	2 бал	Самостійна робота до 9 тижня
Тиж. 9, Тиж. 10	Тема 5. Плівки і покриття з нанокристалічною структурою. Формування нанокристалічних плівок. Роль енергії у формуванні наноструктурних плівок. Особливості формування нанокристалічних покриттів. Вплив іонного бомбардування на формування покриттів. Процес змішування. Багатошарові покриття з наноструктурою. Нанокмпозитні покриття. Нанокристалічні покриття з високою твердістю. Механічні властивості нанокристалічних покриттів. Вплив температури на властивості нанокристалічних	Лекція / <i>Face to face</i>	Конспект лекцій / презентація	[17-21]	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. Підготувати доповідь на тему: Формування нанокристалічних плівок. Роль енергії у формуванні наноструктурних плівок. Особливості формування нанокристалічних покриттів. Вплив іонного бомбардування на формування покриттів. Процес змішування. Багатошарові покриття з наноструктурою. Нанокмпозитні покриття. Нанокристалічні покриття з високою	4 бали	Самостійна робота до 11 тижня

	покриттів.				твердістю. Механічні властивості нанокристалічних покриттів. Вплив температури на властивості нанокристалічних покриттів.		
Тиж. 10	Тема 5. Ознайомлення з способами формування нанокристалічних плівок та нанокристалічних покриттів і властивостями.	Практичне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації		Виконати та захисти звіт з практичної роботи	2 бал	Самостійна робота до 11 тижня
Тиж. 11	Тема 6. Методи отримання наноматеріалів. Порошкова металургія отримання наноматеріалів. Отримання аморфних матеріалів. Методи з використанням інтенсивної пластичної деформації. Тонкоплівкові технології модифікації поверхні. Методи фізичного осадження з парової фази (PVD). Методи хімічного осадження з парової фази (CVD). Методи отримання фулеренів і нанотрубок. Пучки заряджених частинок низьких і середніх енергій в нанотехнологіях.	Лекція / <i>Face to face</i>	Конспект лекцій / презентація	[22-24]	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. Підготувати доповідь на тему: Порошкова металургія отримання наноматеріалів. Отримання аморфних матеріалів. Методи з використанням інтенсивної пластичної деформації. Тонкоплівкові технології модифікації поверхні. Методи фізичного осадження з парової фази (PVD). Методи хімічного осадження з парової фази (CVD).	2 бали	Самостійна робота до 12 тижня

	<p>Взаємодії прискорених заряджених частинок з резистивними матеріалами. Зондові системи формування пучків заряджених частинок. Взаємодія прискорених заряджених частинок із резистивними матеріалами.</p>				<p>Методи отримання фулеренів і нанотрубок. Пучки заряджених частинок низьких і середніх енергій в нанотехнологіях. Взаємодії прискорених заряджених частинок з резистивними матеріалами. Зондові системи формування пучків заряджених частинок. Взаємодія прискорених заряджених частинок із резистивними матеріалами.</p>		
Тиж. 12	<p>Тема 7 Методи дослідження наноматеріалів. Методи структурного та хімічного аналізу нанооб'єктів. Позитронна анігільційна спектроскопія. Позитронна мікроскопія. Скануючий позитронний мікроскоп. Просвічуючий позитронний мікроскоп. Механічні випробовування твердих тіл на нанотвердість. Триботехнічні випробовування нанокристалічних</p>	<p>Лекція / <i>Face to face</i></p>	<p>Конспект лекцій / презентація</p>	[25-27]	<p>Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. Підготувати доповідь на тему: Методи структурного та хімічного аналізу нанооб'єктів. Позитронна анігільційна спектроскопія. Позитронна мікроскопія. Скануючий позитронний мікроскоп. Просвічуючий позитронний мікроскоп. Механічні випробовування твердих тіл на нанотвердість.</p>	2 бали	Самостійна робота до 13 тижня

	матеріалів. Термоаналітичні методи.				Триботехнічні випробовування нанокристалічних матеріалів. Термоаналітичні методи.		
Тиж. 12	Тема 6. Ознайомлення з методами отримання наноматеріалів.	Практичне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації		Виконати та захисти звіт з практичної роботи	2 бал	Самостійна робота до 13 тижня
Тиж. 13	Тема 8 Застосування наноматеріалів. Застосування наноматеріалів у машинобудуванні, двигунобудуванні та автомобільній промисловості. Використання наноматеріалів в електроніці, оптоелектроніці та приладобудуванні. Застосування наноматеріалів в інформатиці. Використання наноматеріалів в енергетиці (у тому числі атомній). Застосування наноматеріалів в сільському господарстві. Використання наноматеріалів в екології. Використання наноматеріалів у військовій промисловості. Створення	Лекція / <i>Face to face</i>	Конспект лекцій / презентація	[28-29]	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. Підготувати доповідь на тему: Застосування наноматеріалів у машинобудуванні, двигунобудуванні та автомобільній промисловості. Використання наноматеріалів в електроніці, оптоелектроніці та приладобудуванні. Застосування наноматеріалів в інформатиці. Використання наноматеріалів в енергетиці (у тому числі атомній). Застосування наноматеріалів в сільському господарстві. Використання	2 бали	Самостійна робота до 14 тижня

	антифрикційних матеріалів. Наноструктурні надпровідники. Скло, підфарбоване колоїдними барвниками. Нанорозмірні гетероструктури. Наноплівки та двовимірні нанокристали. Використання фулеренів.				наноматеріалів в екології. Використання наноматеріалів у військовій промисловості. Створення антифрикційних матеріалів. Наноструктурні надпровідники. Скло, підфарбоване колоїдними барвниками. Нанорозмірні гетероструктури. Наноплівки та двовимірні нанокристали. Використання фулеренів.		
Тиж. 13	Тема 7. Ознайомлення з методами дослідження наноматеріалів.	Практичне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації		Виконати та захисти звіт з практичної роботи	1 бал	Самостійна робота до 14 тижня
Тиж. 13	Змістовний контроль	Тест	Тест	moodle.kntu.kr.ua	Виконати тестові завдання	11 балів	До 14 тижня

12 Система оцінювання та вимоги

Види контролю: поточний, підсумковий.

Методи контролю: спостереження за навчальною діяльністю студентів, усне опитування, письмовий контроль, тестовий контроль. Форма підсумкового контролю: екзамен.

Контроль знань і умінь студентів (поточний і підсумковий) з дисципліни «Наноматеріали і нанотехнології» здійснюється згідно з кредитною трансферно-накопичувальною системою організації навчального процесу. Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою. Він складається з рейтингу з навчальної роботи,

для оцінювання якої призначається 50 балів, і рейтингу з атестації (екзамен) - 50 балів.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Критерії оцінювання. Еквівалент оцінки в балах для кожної окремої теми може бути різний, загальну суму балів за тему визначено в навчально-методичній карті. Розподіл балів між видами занять (лекції, практичні заняття, самостійна робота) можливий шляхом спільного прийняття рішення викладача і студентів на першому занятті: оцінку «відмінно» (90-100 балів, A) заслуговує студент, який:

- всебічно, систематично і глибоко володіє навчально-програмовим матеріалом;
- вміє самостійно виконувати завдання, передбачені програмою, використовує набуті знання і вміння у нестандартних ситуаціях;
- засвоїв основну і ознайомлений з додатковою літературою, яка рекомендована програмою;
- засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни та усвідомлює їх значення для професії, яку він набуває;
- вільно висловлює власні думки, самостійно оцінює різноманітні життєві явища і факти, виявляючи особистісну позицію;
- самостійно визначає окремі цілі власної навчальної діяльності, виявив творчі здібності і використовує їх при вивченні навчально-програмового матеріалу, проявив нахил до наукової роботи.

Оцінку "добре" (82-89 балів, B) - заслуговує студент, який:

- повністю опанував і вільно (самостійно) володіє навчально-програмовим матеріалом, в тому числі застосовує його на практиці, має системні знання достатньому обсязі відповідно до навчально-програмового матеріалу, аргументовано використовує їх у різних ситуаціях;

– має здатність до самостійного пошуку інформації, а також до аналізу, постановки і розв'язування проблем професійного спрямування;

– під час відповіді допустив деякі неточності, які самостійно виправляє, добирає переконливі аргументи на підтвердження вивченого матеріалу; оцінку «добре» (74-81 бал, C) заслуговує студент, який:

– в загальному роботу виконав, але відповідає на екзамені з певною кількістю помилок;

– вміє порівнювати, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача, в цілому самостійно застосовувати на практиці, контролювати власну діяльність;

– опанував навчально-програмовий матеріал, успішно виконав завдання, передбачені програмою, засвоїв основну літературу, яка рекомендована програмою;

Оцінку "задовільно" (64-73 бали, D) - заслуговує студент, який:

– знає основний навчально-програмовий матеріал в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії;

– виконує завдання, але при рішенні допускає значну кількість помилок;

– ознайомлений з основною літературою, яка рекомендована програмою;

– допускає на заняттях чи екзамені помилки при виконанні завдань, але під керівництвом викладача знаходить шляхи їх усунення.

Оцінку "задовільно" (60-63 бали, E) - заслуговує студент, який:

– володіє основним навчально-програмовим матеріалом в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії, а виконання завдань задовольняє мінімальні критерії. Знання мають репродуктивний характер.

Оцінка "незадовільно" (35-59 балів, FX) - виставляється студенту, який:

– виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

Оцінку "незадовільно" (35 балів, F) - виставляється студенту, який:

– володіє навчальним матеріалом тільки на рівні елементарного розпізнавання і відтворення окремих фактів або не володіє зовсім;

– допускає грубі помилки при виконанні завдань, передбачених програмою;

– не може продовжувати навчання і не готовий до професійної діяльності після закінчення університету без повторного вивчення даної дисципліни.

Підсумкова (загальна оцінка) курсу навчальної дисципліни. Є сумою рейтингових оцінок (балів), одержаних за окремі оцінювані форми навчальної діяльності: поточне та підсумкове тестування рівня засвоєності теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи (модульний контроль); оцінка (бали) за виконання практичних індивідуальних завдань. Підсумкова оцінка виставляється після повного вивчення навчальної дисципліни, яка виводиться як сума проміжних оцінок за змістові модулі. Остаточна оцінка рівня знань складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 50 балів, і рейтингу з атестації (залік) - 50 балів.

Розподіл балів, які отримують студенти при вивченні дисципліни "Наноматеріали і нанотехнології"

Поточне тестування та самостійна робота														Залік	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	ЗК		
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	50	100

Примітка: T1, T2,...,T13 – тема програми, ЗК - підсумковий змістовий контроль

13 Рекомендована література

Базова

1. Наноматеріали. Нанотехнології. Наносистемна техніка : сб. : под.ред. П. П. Мальцева. – М. : Техносфера, 2006. – 152 с.
2. Куницкий Ю. А. Наноструктурные материалы, фуллерены и фуллериты / Ю. А. Куницкий, В. Я. Шлюко. – К. : ІЗМН, 1999. – 68 с.
3. Валиев Р. З., Александров И. В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией / Р. З. Валиев, И. В. Александров. – М. : Логос, 2000. – 272 с.
4. Пул Ч., Оуэне Ф. Нанотехнологии / Пер. с англ. под. ред. Ю. И. Головина. – М. : Техносфера, 2004. – 328 с.
5. Андриевский Р. А. Наноструктурные материалы / Р. А. Андриевский, А. В. Рагуля. – М. : Академия, 2005. – 192 с.
6. Кластерные и наноструктурные материалы. – Т. 3 / А. П. Шпак, П. Г. Черемской, Ю. А. Куницкий и др. – К.: Академперіодика, 2005. – 516 с.
7. Самоорганизация в низкоразмерных системах / А. П. Шпак, О. В. Соболев, Ю. А. Куницкий и др. – К. : ИМФ НАНУ, 2005. – 128 с.
8. Гусев А. И. Нанокристаллические материалы / А. И. Гусев, А. А. Ремпель. – М. : Физматлит, 2001. – 224 с.
9. Головин Ю. И. Введение в нанотехнику / Ю. И. Головин. – М. : Машиностроение, 2007. – 496 с.
10. Солнцев Ю. П. Материаловедение / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, Ф. И. Войкун. - М. : МИСИС, 1999. - 600 с.
11. Петров А. А. Структура и свойства неупорядоченных твердых систем / А. А. Петров, А. А. Гарилюк, С. М. Зубрицкий. – Иркутск : ИГУ, 2004. – 70 с.
12. Поздняков В. А. Физическое материаловедение наноструктурных материалов / В. А. Поздняков. – М. : МГИУ. – 2007. – 424 с.
13. Золотухин И. В. Физические свойства аморфных металлических материалов / И. В. Золотухин. - М. : Металлургия, 1986. - 176 с.

14. Ковернистый Ю. К. Наноструктурные материалы на основе объемноаморфизирующихся металлических сплавов / Ю. К. Ковернистый // *Металлы*. – 2001. – № 5. – С. 19-23.
15. Шевченко С. В. Наноструктурные состояния в металлах, сплавах и интерметаллических соединениях: методы получения, структура, свойства / С. В. Шевченко, Н. Н. Стеценко // *УФМ*. – 2004. – Т. 5. – С. 219-255.
16. Судзуки К. Аморфные металлы / К. Судзуки, Х. Фудзимори, К. Хасимото. – М. : *Металлургия*, 1987. – 328 с.
17. Золотухин И. В. Физические свойства аморфных металлических материалов / И. В. Золотухин. – М. : *Металлургия*. – 1986. – 176 с.
18. Фетисов Г. П. Нанокристаллические и консолидированные материалы: Учебно-методический комплекс / Г. П. Фетисов. – Калуга, Москва : «Эйдос» (ИП Кошелев А.Б.), 2011. – 271 с.
19. Veprek S. Towards the understanding of the mechanical properties of superhard ultrahard nanocomposites / S. Veprek, A. S. Argon // *J. Vac. Sci. and Technol.* – 2002. – Vol. 20, No. 2. – P. 650-664.
20. Niihara K. Nanophase and Nanocomposite Materials / K. Niihara, A. Nakahira, T. Sekino // *Mater. Res. Soc. Symp. Vol. 286.* / Ed. by S. Komareneni, J. C. Parker, G. J. Thomas. – Pittsburgh. – 1993. – P. 405-411.
21. Рагуля А. В. Консолидированные наноструктурные материалы / А. В. Рагуля, В. В. Скороход. – К. : *Наукова думка*, 2007. – 374 с.
22. Kuntz J. D. Nanocrystalline – matrix ceramic composites for improved fracture toughness / J. D. Kuntz, G. D. Zhan, A. K. Mukherjee // *MRS Bulletin*. – 2004. – No. 1. – P. 22-27.
23. Помогайло А. Д. Металлополимерные нанокомпозиты с контролируемой молекулярной архитектурой / А. Д. Помогайло // *Российский химический журнал*. – 2002. – Т. XLIII. – № 5. – С. 64-73.
24. Сергеев Г. Б. Размерные эффекты в нанохимии / Г. Б. Сергеев // *Российский химический журнал*. – 2002. – Т. XLVI. – № 5. – С. 22-29.
25. Ковальчук М. В. Органические наноматериалы, наноструктуры и нанодиагностика / М. В. Ковальчук // *Вестник Российской академии наук*. – 2003. – Т. 73. – № 5. – С. 405-409.
26. Трахтенберг Л. И. Нанокомпозитные металлополимерные пленки, сенсорные, каталитические и электрофизические свойства / Л. И. Трахтенберг, Г. Н. Герасимов, В. К. Потапов и др. // *Вестник Московского университета. Серия химия*. – 2001. – Т. 42. – № 5. – С. 325-331.
27. Дементьева О. В. Новый подход к исследованию поверхностных слоев стеклообразных полимеров / О. В. Дементьева, В. М. Рудой, И. В. Яминский и др. // *Бутлеровские сообщения*. – 2001. – № 4. – С. 1-5.
28. Шпак А. П. Кластерные и наноструктурные материалы. – ТЗ / А. П. Шпак, П. Г. Черемской, Ю. А. Куницкий и др. – К.: ИД «Академперіодика», 2005. – 516 с.
29. Трибологическое материаловедение и трибология / Н. Е. Денисова, В. А. Шорин, И. Н. Гонтарь и др. – Пенза : ПГУ, 2006. – 238 с.

Допоміжна

30. Нанотехнологии. Азбука для всех / под ред. Ю. Д. Третьякова. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 368 с.
31. Проценко І. Ю. Основи матеріалознавства наноелектроніки: навч. посібн. / І. Ю. Проценко, Н. І. Шумакова. – Суми : СумДУ, 2004. – 108 с.
32. Наноматериалы, нанопокрyтия, нанотехнологии / Н. А. Азаренков, В. М. Береснев, А. Д. Погребняк и др. – Харьков : ХНУ им. В.Н. Каразина, 2009. – 209 с.

33. Заячук Д. М. Нанотехнології і наноструктури / Д. М. Заячук. – Львів : Львівська політехніка, 2009. – 580 с.
34. Елисеєв А. А. Функциональные наноматериалы / А. А. Елисеєв, А. В. Лукашин. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 456 с.
35. Пул Ч. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии / Ч. Пул, Ф. Оуэнс. – Москва : Техносфера, 2004. – 328 с.
36. Илюшин В. А. Процессы нанотехнологии / В. А. Илюшин А. А. Величко. – Новосибирск : НГТУ, 2004. – 108 с.
37. Балабанов В. И. Нанотехнологии – наука будущего / В. И. Балабанов. – Москва : Эксмо, 2009. – 256 с.
38. Анищик В. М. Наноматериалы и нанотехнологии / В. М. Анищик / под ред. В. Е. Борисенко, Н. К., Толочко. – Минск : БГУ, 2008. – 375 с.
39. Ткачев А. Г. Аппаратура и методы синтеза твердо-тельных наноструктур : монография / А. Г. Ткачев, И. В. Золотухин. – Москва : Машиностроение-1, 2007. – 316 с.
40. Федосюк В. М. Наноструктурные пленки и нанопроволки / В. М. Федосюк. – Минск : БГУ, 2006. – 311 с.
41. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 2 квітня 2009 р. №331_р. Про схвалення Концепції Державної цільової науково_технічної програми «Нанотехнології та наноматеріали» на 2010–2014 роки.
42. Постанова Кабінету Міністрів України від 28 жовтня 2009 року №1231 Про затвердження Державної цільової науково_технічної програми «Нанотехнології та наноматеріали» на 2010_2014 роки.

Інформаційні ресурси

43. Украинский сайт нанотехнологий. Нанотехнологии: статьи, рубрики, практика. Трансгуманизм [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://nano.com.ua/>
44. Національна бібліотека ім. В. Вернадського [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/>
45. Наукова бібліотека ЦНТУ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://library.kntu.kr.ua/>
46. Електронний ресурс розміщення в цифровому репозиторії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dspace.kntu.kr.ua/>