



БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНІ НАНОКОМПОЗИТИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізитивна навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія¹</i>
Спеціальність	<i>132 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, 1 семестр (осінній)</i>
Обсяг дисципліни	<i>3,5 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік / МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=20e01179-2baa-4019-83af-cfda884dd0d4</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., старший дослідник, Солодкий Є.В., evgen.solodky@gmail.com² Лабораторні: к.т.н., старший дослідник, Солодкий Є.В., evgen.solodky@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?session=478952b96f5d</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Вивчаючи дисципліну, здобувачі узагальнюють власні знання з різних дисциплін та набувають навички вибору існуючого або створення нового функціонального нвноматеріалу з бажаними фізико-механічними властивостями в залежності від їх структури, хімічного та фазового складу. Зможуть визначити вплив технологічних параметрів процесів їх виготовлення та обирати оптимальні

Метою навчальної дисципліни є формування у здобувачів здатностей:

- виявляти та ставити проблеми в сфері матеріалознавства, приймати ефективні рішення для їх вирішення;*
- здатність до критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання і обробки та використання у виробі (або у виробничих умовах);*
- обґрунтовано здійснювати вибір технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів і виробів, для конкретних умов експлуатації;*

¹В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану. Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

²Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

- проектувати та створювати порошкові композиційні та наноструктуровані матеріали на основі фундаментальних засад теорії та технології.

а також розвиток загальних компетентностей, які полягають у:

- здатності до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатності застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- здатності розробляти та управляти проектами;
- Здатність працювати автономно;
- прагнення до збереження навколишнього середовища.

Предмет навчальної дисципліни “Багатофункціональні наноматеріали” – є вивчення зв’язку між природою матеріалів їх функціональними властивостями в залежності від зміни структури, хімічного та фазового складу.

Після засвоєння навчальної дисципліни здобувач повинен продемонструвати такі результати навчання:

- уміти визначати або встановлювати перелік технологічних операцій для отримання наноматеріалів і виробів з них необхідної якості;
- уміти обирати або розробляти основні і допоміжні матеріали та забезпечувати необхідні умови протікання технологічних процесів виготовлення продукції з них;
- уміти керувати або розробляти методи управління технологічними процесами отримання кінцевої продукції з необхідними властивостями відповідно до виду матеріалу.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна викладається в третьому семестрі підготовки за другим (магістерським) рівнем вищої освіти. Дисципліна базується на компетентностях бакалаврського рівня спеціальності Матеріалознавство.

Дисципліни, знання з яких необхідні для вивчення навчальної дисципліни “Багатофункціональні наноматеріали”:

- Інженерне матеріалознавство;
- Матеріали спеціального призначення
- Магнітні та порошкові електротехнічні матеріали
- Фізика конденсованого стану
- Матеріалознавство тугоплавких та композиційних матеріалів

Знання, що здобувач отримає під час вивчення дисципліни “Багатофункціональні наноматеріали” необхідні для виконання і підготовки до захисту магістерської дисертаційної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Наноструктурні матеріали

Тема 1.1. Поняття наноструктури. Розмірний ефект в наноматеріалах. Методи отримання наноматеріал. Методи контролю наноструктурного стану.

Тема 1.2 Класифікація функціональних неорганічних матеріалів за складом, структурою, властивостями і областям застосування. Структурна ієрархія матеріалів. Фізико-хімічні принципи конструювання нових матеріалів.

Тема 2 Поняття про функціональність матеріалів

Тема 2.1. Класифікація матеріалів за функціональним призначенням. Поліфункціональність. Класифікація матеріалів за природою. Вплив природи матеріалу на його призначення. Особливості застосування функціональних матеріалів.

Тема 3 Взаємозв’язок структури та властивостей матеріалів

Тема 3.1. Структурні рівні матеріалу. Основні властивості, що визначаються кожним структурним рівнем. Поняття про структурну чутливість матеріалів. Геометричне моделювання структури порошкових та композиційних матеріалів багатофазного середовища.

Тема 4 Конструкційні матеріали

Тема 4.1. Механічні властивості, які визначають механічну функцію матеріалів. Структурна чутливість механічних властивостей. Модуль пружності. Міцність. В'язкість. Класифікація, способи визначення.

Тема 4.2. Пружні властивості (модулі пружності) як основна функція матеріалу, конструкції. Вплив наноструктури на механічні характеристики матеріалів. Співвідношення Холла-Петча.

Тема 4.3. Конструкційна кераміка. Особливості структури конструкційної кераміки. Застосування конструкційної кераміки

Тема 5 Діелектричні матеріали

Тема 5.1 Застосування діелектриків. Радіопрозорі матеріали. Радіопрозора кераміка. Вплив структури наноматеріалів на діелектричні властивості діелектриків.

Тема 6 Управління структурними параметрами матеріалів в технологічних процесах

Тема 6.1. Методи консолідації наноструктурних матеріалів.

Тема 6.2. Регулювання розміру зерна керамічних матеріалів при контрольованому спіканні. Регулювання розміру стабільних та метастабільних надтвердих фаз при спіканні під високим статичним або динамічним тиском.

Тема 7 Термоелектричні матеріали

Тема 7.1 Принцип роботи термоелектричних матеріалів. Сучасні термоелектричні матеріали. Вплив наноструктури на термоелектричні властивості.

Тема 8 Іонні провідники

Тема 8.1 Поняття про іонну провідність. Електронно-іонна провідність. Типи іонних провідників. Застосування іонних провідників.

Тема 8.2 Методи виготовлення іонних провідників. Керамічні іонні провідники для паливних комірок. Вплив наноструктури на іонну провідність в матеріалах.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Рагуля А.В. Консолидированные наноструктурные материалы / А.В. Рагуля, В.В. Скороход К.: Наукова думка. – 2007. – 374 с.

Серебрякова Т. И., Неронов В. А. Бориды. - М. : Атомиздат, 1975. – 376 с.

2. Композиционные материалы: справочник / В.В.Васильев, В.Д.Протасов, В.В.Болотин и др. – М. : Машиностроение, 1990.

3. Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов. – М. : Высшая школа, 1983. – С. 7-18.

4. Портной Ю. И., Салибеков С. Е., Светлов И. И., Чубарев В. И. Структура и свойства композиционных материалов. - М. : Машиностроение, 1979. - 182 с.

5. Скороход В. В. Порошковые материалы на основе тугоплавких металлов и соединений. - К. : Техника, 1982. -167 с.

6. Скороход В.В. Порошковая металлургия тугоплавких металлов. – К. : Наукова Думка, 1983. – С. 10-24.

7. Стрелов К.К. Теоретические основы технологии огнеупорных материалов. – М. : Металлургия, 1985. – 480 с.

8. Актуальные проблемы современного материаловедения. т. 1,2. – К. : Академперіодика, 2008.

9. Неорганическое материаловедение / Под ред. Г. Гнесина, С.С. Скорохода, т.1,2. – К. : Наукова думка, 2008. – 889 с.

26. Ryan O'Hayre, Suk-Won Cha, Whitney Colella, Fritz B. Prinz. 2016 John Wiley & Sons.

Додаткова література

1. Свойства, получение и применение тугоплавких соединений // справочник. - М. : Металлургия, 1986. – 928 с.
2. Арзамасов Б. Н., Сидорин И. И. и др. Материаловедение. - М. : Машиностроение, 1986. – 383 с.
3. Сучасне матеріалознавство XXI сторіччя. – К. : Наукова думка, 1998. – 658 с.
5. <https://www.scopus.com/>
6. <https://scholar.google.com/>
7. <https://link.springer.com/>
8. <https://www.sciencedirect.com/>
9. <https://www.wiley.com/en-us>
10. <https://webofknowledge.com/>

Перераховані книги є у вільному доступі в мережі інтернет і можуть бути використані для отримання базових та поглиблених знань по багатофункціональним нанокompозитам. Електронні ресурси (<https://www.scopus.com/>; <https://scholar.google.com/>; <https://link.springer.com/>; <https://www.sciencedirect.com/>; <https://www.wiley.com/en-us>; <https://webofknowledge.com/>) рекомендуються для пошуку актуальної наукової інформації, яка стосується стану проблеми розробки нових функціональних наноматеріалів.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни

Зміст лекційних занять

- Лекція 1. Вступ. Поняття наноструктури. Розмірний ефект в наноматеріалах. Методи отримання наноматеріалів. Методи контролю наноструктурного стану. Література: [1], [2].
- Лекція 2. Класифікація функціональних неорганічних матеріалів за складом, структурою, властивостями і областям застосування. Структурна ієрархія матеріалів. Фізико-хімічні принципи конструювання нових матеріалів. Література: [1]-[3].
- Лекція 3. Класифікація матеріалів за функціональним призначенням. Поліфункціональність. Класифікація матеріалів за природою. Вплив природи матеріалу на його призначення. Особливості застосування функціональних матеріалів. Література: [3].
- Лекція 4. Структурні рівні матеріалу. Основні властивості, що визначаються кожним структурним рівнем. Поняття про структурну чутливість матеріалів. Геометричне моделювання структури порошкових та композиційних матеріалів багатофазного середовища. Література: [1], [4].
- Лекція 5. Механічні властивості, які визначають механічну функцію матеріалів. Структурна чутливість механічних властивостей. Модуль пружності. Міцність. В'язкість. Ефект Холла-Петча. Література: [5], [6].
- Лекція 6. Конструкційна кераміка. Особливості структури конструкційної кераміки. Застосування конструкційної кераміки. Література: [7]-[11].
- Лекція 7. Найважливіші діелектричні характеристики матеріалів. Сегнето-, пьезо- і піроелектрики Сегнетоелектрики-напівпровідники. Література: [3], [12].
- Лекція 8 Застосування діелектриків. Радіопрозорі матеріали. Радіопрозора кераміка. Вплив структури наноматеріалів на діелектричні властивості діелектриків. Література: [3],[12].
- Лекція 9. Методи консолідації наноструктурних матеріалів: [1]-[3].
- Лекція 10 Магнітні нанокompозити. Вплив наноструктури на магнітні властивості. Література: [3],[13]- [15].
- Лекція 11 Принцип роботи фотонних матеріалів. Вплив структури на фотонні властивості. Наноструктурні матеріали для фотоніки. Оптично прозорі керамічні матеріали. Література: [3],[16].

Лекція 12 Принцип роботи термоелектричних матеріалів. Сучасні термоелектричні матеріали. Вплив наноструктури на термоелектричні властивості. Термоелектричний пристрій. Ефект Зебека. Література: [3], [17], [18].

Лекція 13 Поняття про іонну провідність. Електронно-іонна провідність. Типи іонних провідників. Застосування іонних провідників Література: [3], [19].

Лекція 14 Методи виготовлення іонних провідників. Керамічні іонні провідники для паливних комірок. Вплив наноструктури на іонну провідність в матеріалах. Модульна контрольна робота Література: [1]-[3], [19].

Основні завдання циклу лабораторних занять:

- встановлення впливу структури матеріалу на його функціональні властивості.
- встановлення впливу фазового складу нанокompatитів на їх функціональні властивості.

Зміст лабораторних занять

1. Визначення впливу структури на механічні властивості композитів (4 години).
2. Визначення впливу структури на радіопрозорість керамічних композитів (4 годин).

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота здобувачів (загальна тривалість 69 години) з дисципліни полягає в:

- самостійному опрацюванні літературних джерел для розширення розуміння лекційних тем, для детального ознайомлення з сучасним станом проблеми дослідження та розробки нових багатофункціональних наноматеріалів – в розрахунку 2 години на 1 годину лекційного заняття = 48 години;
- підготовці до виконання лабораторних занять – в розрахунку 1 година на 1 годину виконання лабораторного заняття = 8 години;
- МКР – 6 годин;
- підготовці до підсумкової атестації – заліку (7 годин).

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед здобувачем:

- Відвідування усіх видів занять є бажаним.
- Завдання пропущеного лабораторного заняття здобувач повинен виконати в час, узгоджений з викладачем.
- Під час усіх видів аудиторних занять забороняється використання мобільних телефонів у звуковому режимі, дозволяється обмежене використання месенджерів у беззвучному режимі. Під час практичних занять дозволяється застосування персональних комп'ютерів для пошуку інформації, використання власних хмарних ресурсів, тощо.
- Заохочувальні бали можуть бути призначені за особливі успіхи у навчанні – переважно підготовка та подача реальних проектних пропозицій за тематикою власних наукових досліджень, курсового чи дипломного проектування. Сумарна кількість заохочувальних балів може складати від 1 до 10 балів.
- Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. Реферат за пропущену лекцію має бути виконаний і поданий на перевірку не пізніше 2-х тижнів з часу пропущеної лекції. Усі письмові документи мають бути захищені до закінчення теоретичного навчання в семестрі.
- Усі учасники освітнього процесу: викладачі і здобувачі в процесі вивчення дисципліни мають керуватись принципами академічної доброчесності, передбаченими «Кодексом

честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»» <https://kpi.ua/code>.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль:

- Експрес-опитування на лекційних заняттях – максимум 2 бали, всього 28 балів.
- Тестування на лабораторних заняттях – максимум 5 балів, всього 20 балів.
- Модульна контрольна робота в вигляді захисту проекту проводиться 18-му навчальному тижні. Максимальна оцінка 10 балів.
- Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг не менше 46 балів за умови виконання усіх лабораторних.

У випадку незгоди з семестровим рейтингом, здобувач має право здавати залікову контрольну роботу, проте при цьому його рейтинг анулюється.

Залікова контрольна робота проводиться у вигляді усного опитування і завдання включає 1 теоретичне питання зі списку Додатку А, на підготовку якого виділяється 1 академічна година. Відповідь на питання оцінюється за 100-бальною шкалою, відповідно:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання);
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями);
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками);
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно».

Оцінка за відповідь знижується – за принципові помилки у відповіді на 15-10 балів, за неповну відповідь на 10-5 балів, за неправильне використання термінів на 5 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

8.1. Критерії нарахування балів.

Модульна контрольна робота.

Сумарна максимальна оцінка складає 10 балів, відповідно:

- 10 бали – повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання);
- 7 бали – достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями);
- 5 бал – неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками);
- 0 балів – відповідь не відповідає умовам до «задовільно».

Лабораторні роботи.

Виконане завдання лабораторної роботи 1, 2, 3, 4 максимально оцінюється у 5 балів:

- повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове виконання);
- достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь або є незначні неточності (повне виконання з незначними неточностями);
- неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (робота виконана з певними недоліками);
- відповідь не відповідає умовам до «задовільно».

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- Перелік питань залікової контрольної роботи знаходиться в Додатку А.
- Лабораторні роботи плануються з максимальним використанням обладнання лабораторій ЦККНО «Матеріалознавство тугоплавких сполук та композитів» при ІМЗ ім. Є.О. Патона, яке застосовується при одержанні та дослідженні широкого спектру порошкових, композиційних матеріалів та покриттів. Лекційний курс планується таким чином, щоб розглянути можливість створення нових функціональних наноматеріалів з покращеними фізико-механічними властивостями застосовуючи сучасні підходи по вибору фазових складових та технології отримання з них композиційних матеріалів із потрібною структурою. Лабораторні роботи проводяться у такій послідовності, щоб максимально дати студентам основні принципи створення композиційних матеріалів та наступного визначення їх основних властивостей в залежності від наноструктури та фазового складу.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, к.т.н, старший дослідник, Солодкий Є.В.

Ухвалено кафедрою ВТМ та ПМ (протокол № __ від 22 червня 2021 р.)

Погоджено Методичною комісією ІМЗ ім. Є.О.Патона³ (протокол № _ від __ _____ 2021 р.)

³Методичною радою університету– для загальноуніверситетських дисциплін.

Перелік питань залікової контрольної роботи

1. Розмірний ефект
2. Методи отримання наноматеріалів
3. Структурна ієрархія матеріалів
4. Класифікація матеріалів за функціональним призначенням
5. Ефект Холла-Петча
6. Застосування конструкційної кераміки
7. Найважливіші діелектричні характеристики матеріалів
8. Радіопрозори матеріали. Радіопрозора кераміка
9. Методи консолідації наноструктуриних матеріалів
10. Вплив наноструктури на магнітні властивості
11. Вплив структури на фотонні властивості
12. Термоелектричний пристрій. Ефект Зебека.
13. Поняття про іонну провідність
14. . Керамічні іонні провідники для паливних комірок.
15. Методи виготовлення іонних провідників.