



Процеси консолідації наноструктурованих матеріалів Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>132 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>ОПП Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS/120 годин: лекції – 36 год; практичні заняття – 18 год; самостійна робота студента (СРС) – 66 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік / МКР</i>
Розклад занять	<i>https://schedule.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., старший дослідник, Солодкий Є.В., evgen.solodky@gmail.com Практичні: 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 щодо особливостей процесів консолідації наноструктурованих матеріалів та їх впливу на структуру, фазовий і хімічний склад та фізико-механічні властивості. Набуті знання дадуть змогу передбачати фізико-механічні властивості наноструктурованих матеріалів в залежності від способів їх отримання, а також дозволять обґрунтовувати з фізико-хімічної, економічної та екологічної точки зору вибір технологічного процесу отримання наноструктурованих матеріалів і виробів з них з заданими фізико-механічними властивостями.

Метою навчальної дисципліни є підсилення у студентів **загальних компетентностей**:

- *здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;*
- *здатність застосування знань у практичних ситуаціях;*
- *здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями;*
- *здатність працювати автономно;*

та фахових компетентностей спеціальності:

Процеси консолідації наноструктурованих матеріалів

- Здатність застосовувати сучасні методи математичного та фізичного моделювання, дослідження структури, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів для вирішення матеріалознавчих проблем;
- Здатність виконувати дослідницькі роботи в галузі матеріалознавства, обробляти та аналізувати результати експериментів;
- Здатність застосовувати фізико-хімічні принципи для формування заданої структури матеріалів при консолідації із дисперсного стану;
- Здатність обирати технологічний процес та його оптимальні умови для отримання виробів з композиційних, наноструктурованих та порошкових матеріалів;
- Здатність застосовувати сучасні підходи оптимізації та дизайну матеріалів для удосконалення їх властивостей залежно від умов експлуатації.

Предмет навчальної дисципліни “Керамічні композиційні матеріали” – вивчення природи фізико-механічних властивостей тугоплавких і композиційних матеріалів, які визначаються їх кристалічною будовою, типом хімічного зв’язку, мікро- та макроструктурою, розміром та формою, станом поверхні та умовами експлуатації.

Після засвоєння навчальної дисципліни студент повинен продемонструвати такі **результати навчання**:

знання:

- Володіти логікою та методологією наукового пізнання;
- Знати та вміти використовувати знання фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації матеріалознавства, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми;
- Розуміти будову металевих, неметалевих, композиційних та функціональних матеріалів та обирати оптимальні методи модифікації їх властивостей. Кваліфіковано вибирати матеріали для виробів різного призначення;
- Використовувати у професійній діяльності експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних, електрофізичних, магнітних, оптичних і технологічних властивостей матеріалів.

уміння:

- експериментувати та аналізувати дані;
- поєднувати теорію і практику для розв’язування завдань матеріалознавства.

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

Дисципліна викладається в шостому семестрі підготовки за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти спеціальності 132 Матеріалознавство.

Для вивчення навчальної дисципліни “Процеси консолідації наноструктурованих матеріалів” необхідні знання з дисциплін Кристалографії, кристалохімії та мінералогії, Фізика конденсованого стану матеріалів, Фізико-хімічні основи отримання металів, сплавів та сполук у дисперсному стані і теорія та технологія процесів консолідації дисперсних матеріалів та Матеріалознавства тугоплавких матеріалів.

Знання, що студент отримає під час вивчення дисципліни “Процеси консолідації наноструктурованих матеріалів” необхідні для підготовки дипломної роботи/проєкту та формування інтегральної компетентності першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Процеси консолідації наноструктурованих матеріалів

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Наноструктурні матеріали

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

Тема 1.2. Структурна ієрархія матеріалів. Фізико-хімічні принципи конструювання нових матеріалів.

Розділ 2. Взаємозв'язок структури та властивостей матеріалів.

Тема 2.1. Структурні рівні матеріалу. Основні властивості, що визначаються кожним структурним рівнем. Поняття про структурну чутливість матеріалів.

Розділ 3. Управління структурними параметрами матеріалів в технологічних процесах

Тема 3.1. Методи консолідації наноструктуриних матеріалів.

Тема 3.2. Регулювання розміру зерна керамічних матеріалів при контрольованому спіканні. Регулювання розміру стабільних та метастабільних надтвердих фаз у спіканні під високим статичним або динамічним тиском.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. *Наноматеріали, нанотехнології, нанопристрої / Боровий М. О., Куницький Ю. А., Каленик О. О. [та ін.]. – Київ : «Інтерсервіс», 2015. – 350 с.*

2. *Формування та дослідження наноструктурованих матеріалів для фотовольтаїки : монографія / С. І. Павлик [та ін.] ; під редакцією Левінзона Д.І. ; Міністерство освіти і науки України, Запорізька державна інженерна академія. – Запоріжжя : ЗДІА, 2018. – 320 с.*

3. *Литвин В. А. Наноструктурні системи і матеріали : навчально-методичний посібник для студентів спеціальності 7.04010101 – Хімія / В. А. Литвин. – Черкаси : ЧНУ, 2015. – 86 с.*

Інформаційні ресурси

1. <https://www.scopus.com/>
2. <https://scholar.google.com/>
3. <https://link.springer.com/>
4. <https://www.sciencedirect.com/>
5. <https://www.wiley.com/en-us>
6. <https://webofknowledge.com/>

Перераховані літературні джерела є у вільному доступі в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського і можуть бути використані для отримання базових знань щодо процнів консолідації наноструктурованих матеріалів.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Зміст лекційних занять

Лекція 1. Вступ. Ознайомлення з РСО та організацією навчального процесу у очному та/чи дистанційному режимі.

Лекція 2. Структурна ієрархія матеріалів. Фізико-хімічні принципи конструювання нових матеріалів. Література: [1]-[3].

Процеси консолідації наноструктурованих матеріалів

Лекція 3. Структурні рівні матеріалу. Основні властивості, що визначаються кожним структурним рівнем. Поняття про структурну чутливість матеріалів. Література: [1], [3].

Лекція 4. Поняття наноструктури. Розмірний ефект в наноматеріалах. Література: [1], [2].

Лекція 5. Методи отримання наноматеріалів. Методи контролю наноструктурного стану. Література: [1], [2].

Лекція 6. Фізико-хімічні принципи конструювання нових матеріалів. Література: [1], [3].

Лекція 7. Взаємозв'язок структури та властивостей матеріалів. Література: [1]-[3].

Лекція 8. Методи консолідації наноструктурованих матеріалів. Основні принципи. Класифікація. Література: [1]-[3].

Лекція 9. Підготовка вихідних матеріалів для консолідації наноструктурованих матеріалів. Література: [1]-[3].

Лекція 10. Методи холодного формування наноструктурованих матеріалів. Література: [1]-[3].

Лекція 11. Застосування магнітних полів для консолідації наноструктурованих матеріалів. Література: [1]-[3].

Лекція 12. **Модульна контрольна робота.**

Лекція 13. Метод мікрохвильового спікання для консолідації наноструктурованих матеріалів. Література: [1]-[3].

Лекція 14. Метод іскроплазмового спікання для консолідації наноструктурованих матеріалів. Література: [1]-[3].

Лекція 15. Метод FAST для консолідації наноструктурованих матеріалів. Література: [1]-[3].

Лекція 16. Швидкісні методи консолідації наноструктурованих матеріалів. Література: [1]-[3].

Лекція 17. Комбіновані методи консолідації наноструктурованих матеріалів. Література: [1]-[3].

Лекція 18. **Залік.**

Основні завдання циклу практичних занять:

Закріплення студентами теоретичних положень навчальної дисципліни і набуття умінь та досвіду їх практичного застосування.

Зміст практичних занять

1. Розрахунок теоретичних значень термомеханічної сумісності наноструктурованих композиційних матеріалів в залежності від вмісту та природи фазових складових (4 год)
2. Розрахунок модулів пружності наноструктурованих композиційних матеріалів в залежності від вмісту та природи фазових складових (4 год)
3. Колоквіум. (2 години)
4. Аналіз мікроструктури наноструктурованих композиційних матеріалів отриманих різними методами. (4 год)
5. Аналіз гранулометричного складу вихідних нанопорошків та його впливу на структуру та властивості наноструктурованих матеріалів. (4 год)
6. Колоквіум (2 год)

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота здобувачів (загальна тривалість 66 годин) з дисципліни полягає в:

- самостійному опрацюванні літературних джерел для розширення розуміння лекційних тем, для детального ознайомлення з сучасним станом проблеми дослідження та розробки нових функціональних матеріалів – 29 годин;
- підготовці до практичних занять та колоквіумів – 27 годин;
- підготовка до МКР – 4 години;

Процеси консолідації наноструктурованих матеріалів

- підготовці до підсумкової атестації – заліку (6 годин).

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед здобувачем:

- У разі дистанційної форми навчання:
 - лекційні заняття проводяться з використанням платформи *googlemeet*.
 - практичні заняття проходять з використанням платформи *googlemeet*.
- Відвідування усіх видів занять є бажаним.
- Пропущену практичну роботу здобувач повинен виконати у вигляді звіту та надіслати викладачу до наступного заняття.
- 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, дипломного проектування. Сумарна кількість заохочувальних балів може складати від 1 до 10 балів.
- Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. Усі письмові завдання 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 3 бали, всього 48 балів.
- Опитування стосовно теоретичних відомостей в рамках практичної роботи – максимум 9 балів, всього 36 балів.
- 1 модульна контрольна робота, що проводиться на 12-му навчальному тижні. Максимальна оцінка 16 балів. Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль знаходиться в Додатку А.

Календарний контроль:

Календарний контроль (КК) проводиться на 7-8 та 14-15 тижнях семестру навчання. Для позитивного оцінювання 1-го КК студенту необхідно виконати мінімум 50 % завдань з практичних робіт №1. Для позитивного оцінювання 2-го КК студенту необхідно виконати мінімум 50 % завдань з практичних робіт №2 і №3 та написати МКР щонайменше на 10 балів.

Семестровий контроль: залік.

Рейтингова оцінка здобувача складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг не менше 60 балів за умови виконання усіх практичних робіт.

Процеси консолідації наноструктурованих матеріалів

У випадку незгоди з семестровим рейтингом, здобувач має право проходити співбесіду, проте при цьому його рейтинг анулюється.

Співбесіда проводиться у вигляді усного опитування і включає 2 теоретичне питання зі списку Додатку Б, на підготовку якого виділяється 1 академічна година. Відповідь на кожне питання оцінюється за 50-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.

Якщо оцінка за співбесіду менша ніж за рейтингом, здобувач отримує більшу з оцінок, що отримані за результатами співбесіди або зарейтингом.

Процеси консолідації наноструктурованих матеріалів

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 16 балів, відповідно:

- 14 балів – повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв’язування завдання);
- 12 балів – 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);
- 10 балів – 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».

Практичні роботи

Виконання практичної роботи максимально оцінюється у 9 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, які виносяться на семестровий контроль знаходиться в Додатку Б.
- Лекційний курс планується таким чином, щоб розглянути закономірності процесів, що відбуваються під час консолідації наноструктурованих матеріалів, та їх вплив на структуру і фізико-механічні властивості.

Практичні заняття проводяться у такій послідовності, щоб максимально дати студентам теоретичні основи для виконання розрахунків.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: доцент, к.т.н, старший дослідник, Солодкий Євгеном Васильовичем

Ухвалено кафедрою ВТМ та ПМ (протокол № 17 від 22 червня 2024 р.)

Погоджено Методичною комісією ІМЗ ім. Є. О. Патона (протокол № 12/24 від 28 червня 2024 р.)

Процеси консолідації наноструктурованих матеріалів

Додаток А

Перелік питань на модульну контрольну роботу

- 1) Поняття наноструктури.
- 2) Розмірний ефект в наноматеріалах.
- 3) Структурні рівні матеріалів.
- 4) Методи отримання наноматеріалів
- 5) Методи контролю наноструктурного стану
- 6) Методи консолідації наноструктурованих матеріалів.
- 7) Підготовка вихідних матеріалів для консолідації наноструктурованих матеріалів
- 8) Наноструктурні композиційні керамічні матеріали.
- 9) Вплив наноструктури на фізико-механічні властивості композиційних керамічних матеріалів.
- 10) Особливості технологій отримання наноструктурних композиційних керамічних матеріалів.
- 11) Методи холодного формування наноструктурованих матеріалів
- 12) Застосування магнітних полів для консолідації наноструктурованих матеріалів
- 13) Метод мікрохвильового спікання
- 14) Метод іскроплазмового спікання
- 15) Метод FAST
- 16) Швидкісні методи консолідації наноструктурованих матеріалів
- 17) Комбіновані методи консолідації наноструктурованих матеріалів.

Перелік питань на семестровий контроль

- 1) Поняття наноструктури.
- 2) Розмірний ефект в наноматеріалах.
- 3) Структурні рівні матеріалів.
- 4) Методи отримання наноматеріалів
- 5) Методи контролю наноструктурного стану
- 6) Методи консолідації наноструктурованих матеріалів.
- 7) Підготовка вихідних матеріалів для консолідації наноструктурованих матеріалів
- 8) Наноструктурні композиційні керамічні матеріали.
- 9) Вплив наноструктури на фізико-механічні властивості композиційних керамічних матеріалів.
- 10) Особливості технологій отримання наноструктурних композиційних керамічних матеріалів.
- 11) Методи холодного формування наноструктурованих матеріалів
- 12) Застосування магнітних полів для консолідації наноструктурованих матеріалів
- 13) Метод мікрохвильового спікання
- 14) Метод іскроплазмового спікання
- 15) Метод FAST
- 16) Швидкісні методи консолідації наноструктурованих матеріалів
- 17) Комбіновані методи консолідації наноструктурованих матеріалів.