



Керамічні композиційні матеріали

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

1. 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>Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, 8 семестр (весняний)</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити/120 годин: лекції – 27 год; практичні роботи – 18 год; СРС – 75 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР</i>
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua/
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: PhD, асистент Наконечний Сергій Олегович, nakonechny.serhiy@edu.kpi.ua</i> <i>Практичні роботи: PhD, асистент Наконечний Сергій Олегович</i>
Розміщення курсу	<i>-</i>

2. Програма навчальної дисципліни

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

Вивчаючи дисципліну, студенти навчаться прогнозувати фізико-механічні властивості композиційних матеріалів в залежності від їх хімічного, фазового складу та структури. Набуті знання дадуть змогу передбачати фізико-механічні властивості матеріалів в залежності від способів отримання та умов експлуатації. Дозволять обґрунтовувати з фізико-хімічної, економічної та екологічної точки зору вибір технологічного процесу отримання матеріалів, 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:

- здатність забезпечувати якість матеріалів та виробів;
- здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних матеріалознавчих проблем;
- 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:

- логіки та методології наукового пізнання;
- основних технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів та умов їх застосування;
- фізико-хімічних основ формування заданої структури консолідованих матеріалів;
- сучасних методик вдосконалення властивостей матеріалів залежно від умов їх експлуатації;

уміння:

- використовувати знання фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації матеріалознавства, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми;
- поєднувати теорію і практику для розв'язування завдань матеріалознавства;
- обирати послідовність та параметри технологічних процесів для одержання виробів з дисперсних матеріалів для заданих умов експлуатації..

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

Дисципліна викладається в восьмому семестрі підготовки за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

Дисципліни, знання з яких необхідні для вивчення навчальної дисципліни “Керамічні композиційні матеріали”:

- фізика;
- хімія;
- фізична хімія;
- кристалографія, кристалохімія та мінералогія;
- фізика конденсованого стану;

Керамічні композиційні матеріали

Знання, що студент отримає під час вивчення дисципліни «Композиційні керамічні матеріали» необхідні для підготовки дипломної роботи/проекту та формування інтегральної компетентності першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

3. Зміст навчальної дисципліни

Вступ. Організація очного/дистанційного навчання

Розділ 1. Класифікація керамічних композиційних матеріалів. Принципи конструювання. Армуючі складові керамічного композиційного матеріалу

Розділ 2. Керамоматричні композити

Тема 2.1. Композиційні керамічні матеріали на основі ZrO₂.

Тема 2.2. Композиційні керамічні матеріали на основі карбіду бору.

Тема 2.3. Композиційні керамічні матеріали на основі карбіду кремнію.

Тема 2.4. Композиційні керамічні матеріали на основі оксиду алюмінію.

Тема 2.5. Композиційні керамічні матеріали на основі оксидів рідкоземельних металів.

Тема 2.6. Ультратугоплавкі керамічні тугоплавкі матеріали.

Розділ 3. Методи отримання керамічних композиційних матеріалів

Розділ 4. Спрямовано армовані керамічні композиційні матеріали

Розділ 5. Наноструктурні композиційні керамічні матеріали

4. Навчальні матеріали та ресурси.

Базові:

1. Лобода Г. П. Матеріалознавство тугоплавких металів та сполук / Г. П. Кисла, В. В. Федорчук, М. О. Сисоєв, П. І. Лобода. – Київ : Центр навчальної літератури 2017. – 320 с.
2. Копань В. Композиційні матеріали / В. Капоть. – Київ : «Пульсари», 2004. – 196 с.
3. Електротехнічна кераміка на основі алюмосилікатів лужних та лужноземельних металів : монографія / Г. В. Лісачук О. Ю. Федоренко, Р. В. Кривобок [та ін.]. – Харків : ТОВ «Планета-Прінт», 2020. – 200 с.

Перераховані літературні джерела є у вільному доступі в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського і можуть бути використані для отримання базових знань щодо механічних властивостей керамічних композиційних матеріалів.

Інформаційні ресурси:

1. www.scopus.com
2. scholar.google.com
3. link.springer.com
4. www.sciencedirect.com
5. www.wiley.com
6. webofknowledge.com

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни.

5.1. Зміст лекційних занять

Вступ. Організація очного/дистанційного навчання

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

Розділ 1. Класифікація керамічних композиційних матеріалів. Принципи конструювання. Армуючі складові керамічного композиційного матеріалу

Лекція 2. Визначення основних понять. Класифікація керамічних композиційних матеріалів. Термомеханічна та кінетична сумісність фаз. Література:[1]-[3].

Лекція 3. Класифікація армуючих складових керамічних композиційних матеріалів. Література:[1]-[3].

Розділ 2. Керамоматричні композити

Лекція 4. Керамоматричні композиційні матеріали. Поверхня взаємодії. Властивості. Застосування. Література:[1]-[3].

Тема 2.1. Композиційні керамічні матеріали на основі ZrO_2 .

Лекція 5. Композиційні керамічні матеріали на основі ZrO_2 . Властивості. Застосування. Література:[1]-[3].

Тема 2.2. Композиційні керамічні матеріали на основі карбіду бору.

Лекція 6. Композиційні керамічні матеріали на основі карбіду бору. Властивості. Застосування. Література:[1]-[3].

Тема 2.3. Композиційні керамічні матеріали на основі карбіду кремнію.

Лекція 7. Композиційні керамічні матеріали на основі карбіду кремнію. Властивості. Застосування. Література:[1]-[3].

Тема 2.4. Композиційні керамічні матеріали на основі оксиду алюмінію.

Лекція 8. Композиційні керамічні матеріали на основі оксиду алюмінію. Властивості. Застосування. Література:[1]-[3].

Тема 2.5. Композиційні керамічні матеріали на основі оксидів рідкоземельних металів.

Лекція 9. Композиційні керамічні матеріали на основі оксидів рідкоземельних металів. Властивості. Застосування. Література:[1]-[3].

Тема 2.6. Ультратугоплавкі керамічні тугоплавкі матеріали.

Лекція 10. Ультратугоплавкі керамічні матеріали. Властивості. Застосування. Література: [1]- [3].

Розділ 3. Методи отримання керамічних композиційних матеріалів

Лекція 11. Методи отримання керамічних композиційних матеріалів. Спінання без тиску. Спінання під дією зовнішніх полів. Активоване спінання. Література:[1]-[3].

Розділ 4. Спрямовано армовані керамічні композиційні матеріали

Лекція 12. Спрямовано армовані композиційні матеріали. Технології отримання.
Література:[1]-[3].

Розділ 5. Наноструктурні композиційні керамічні матеріали

Лекція 13/14. (3 год.) Наноструктурні композиційні керамічні матеріали. Вплив наноструктури на фізико-механічні властивості композиційних матеріалів.
Особливості технологій отримання. Література:[1]-[3].

5.2. Перелік тем практичних занять

№ з/п	Тема заняття	Кількість ауд. годин
1.	Розрахунок теоретичних значень термомеханічної сумісності композиційних керамічних матеріалів в залежності від вмісту та природи фазових складових	4
2.	Розрахунок модулів пружності композиційних керамічних матеріалів в залежності від вмісту та природи фазових складових	4
3.	Розрахунок ефекту зміцнення керамічної матриці керамічними дисперсними керамічними частинками	4
4.	Модульна контрольна робота	2
5.	Розрахунок ефекту зміцнення керамічної матриці керамічними дискретними та безперервними керамічними волокнами	4
	Всього	18

6. Самостійна робота студентів

Вид самостійної роботи студента	Кількість годин	Норма часу на підготовку, год.	Термін часу, год.
Підготовка до лекцій	27	1,5	40,5
Підготовка до практичних занять та опрацювання результатів	16	1	16
Підготовка до МКР	2	2	4
Виконання завдань на СРС та засвоєння додаткових питань			8,5
Підготовка до заліку		6	6
		Всього	75

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни.

Система вимог, які ставляться перед здобувачем:

- Відвідування лекційних занять є бажаним, практичних – обов'язковим.
- Завдання пропущеного практичного 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 використання опрацьованих методик дослідження для розв'язання реальних задач за тематикою власних наукових досліджень. Сумарна кількість заохочувальних балів може складати від 1 до 10 балів.
- Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. 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:

- Опитування стосовно теоретичних відомостей в рамках практичної роботи – максимум 5 балів на кожну роботу, всього 20 балів.
- Захист звітів в рамках виконання практичної роботи – максимум 10 балів на кожну роботу, всього 40 балів.
- Модульна контрольна робота, що проводиться на 13-му навчальному тижні. Максимальна оцінка 40 балів. Перелік питань, які виносяться на МКР, знаходиться в Додатку А.

Календарний контроль:

Календарний контроль (КК) проводиться на 7 та 13 тижнях семестру навчання. Для позитивного оцінювання 1-го КК студенту необхідно виконати мінімум 50 % завдань з практичних робіт № 1 та № 2. Для позитивного оцінювання 2-го КК студенту необхідно виконати мінімум 50 % завдань з усіх практичних робіт та написати МКР щонайменше на 21 бал.

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.

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 3 теоретичне питання зі списку Додатку Б, на підготовку якого виділяється 1 академічна година. Відповідь на питання оцінюється за 100-бальною шкалою, відповідно:

Керамічні композиційні матеріали

- «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 за рейтингом.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
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:

- повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання);
- 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);
- неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками);
- відповідь не відповідає умовам до «задовільно».

Практичні роботи:

- 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);

Керамічні композиційні матеріали

- *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)

- *Результати навчання за даною дисципліною здобуті у неформальній/інформальній освіті, зокрема із використанням відкритих навчальних он-лайн курсів (Prometeus, Coursera тощо), визнаються за умови одержання відповідних сертифікатів. При цьому може бути перезарахований як освітній компонент повністю, так і його окремі складові (змістовні модулі, окремі теми, окремі практичні заняття). Можливість перезарахування (відповідність змісту дисципліни) та обсяг навчальних годин визначається викладачем для кожного конкретного випадку і здійснюється за процедурою, яка відповідає "Положенню про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті".*
- *Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль знаходиться в Додатку Б.*
- *Лекційний курс планується таким чином, щоб розглянути можливість створення нових композиційних матеріалів з покращеними фізико-механічними властивостями застосовуючи сучасні підходи по вибору фазових складових та технології отримання з них композиційних матеріалів.*
- *Практичні заняття проводяться у такій послідовності, щоб максимально дати студентам теоретичні основи для виконання розрахунків.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено PhD, асистент Наконечний Сергій Олегович

Ухвалено кафедрою ВТМ та ПМ (протокол № 8 від 18 лютого 2026 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є. О. Патона (протокол № 2/26 від 20 лютого 2026 р.)

Перелік питань на модульну контрольну роботу

1. Класифікація керамічних композиційних матеріалів.
2. Механічні властивості керамічних композиційних матеріалів.
3. Структурні рівні матеріалів.
4. Технології отримання керамічних композиційних матеріалів
5. Спрямовано армовані композиційні матеріали. Особливості структури та технологій її отримання
6. Композиційні керамічні матеріали на основі ZrO_2 . Структура та властивості. Застосування.
7. Композиційні керамічні матеріали на основі карбіду бору. Структура та властивості. Застосування.
8. Наноструктурні композиційні керамічні матеріали.
9. Вплив наноструктури на фізико-механічні властивості композиційних керамічних матеріалів.
10. Особливості технологій отримання наноструктурних композиційних керамічних матеріалів.
11. Радіопрозорі композиційні керамічні матеріали
12. Композиційні керамічні матеріали на основі оксидів рідкоземельних металів. Структура та властивості. Застосування.
13. Композиційні керамічні бронематеріали. Класифікація. Властивості.
14. Спрямовано армовані композиційні матеріали. Особливості структури та технологій її отримання
15. Композиційні керамічні матеріали на основі карбіду кремнію. Структура та властивості. Застосування.
16. Композиційні керамічні матеріали на основі нітриду кремнію. Структура та властивості. Застосування.
17. Композиційні керамічні матеріали на основі оксиду алюмінію. Структура та властивості. Застосування.
18. Сучасні методи консолідації керамічних матеріалів.

Перелік питань на семестровий контроль

1. Класифікація керамічних композиційних матеріалів.
2. Термомеханічна сумісність фаз.
3. Кінетична сумісність фаз.
4. Класифікація армуючих складових керамічних композиційних матеріалів.
5. Керамоматричні композиційні матеріали. Класифікація
6. Поверхня взаємодії в керамоматричних композитах
7. Композиційні керамічні матеріали на основі ZrO_2 . Властивості.
8. Композиційні керамічні матеріали на основі ZrO_2 . Застосування.
9. Композиційні керамічні матеріали на основі карбіду бору. Властивості.
10. Композиційні керамічні матеріали на основі карбіду бору. Застосування.
11. Композиційні керамічні матеріали на основі карбіду кремнію. Властивості.
12. Композиційні керамічні матеріали на основі карбіду кремнію. Застосування.
13. Композиційні керамічні матеріали на основі оксиду алюмінію. Властивості.
14. Композиційні керамічні матеріали на основі оксиду алюмінію. Застосування.
15. Композиційні керамічні матеріали на основі оксидів рідкоземельних металів. Властивості.
16. Композиційні керамічні матеріали на основі оксидів рідкоземельних металів. Застосування.
17. Ультратугоплавкі керамічні матеріали. Властивості.
18. Ультратугоплавкі керамічні матеріали. Застосування.
19. Методи отримання керамічних композиційних матеріалів. Класифікація методів.
20. Спінання керамічних композиційних матеріалів без тиску.
21. Спінання керамічних композиційних матеріалів під дією зовнішніх полів. Класифікація.
22. Іскроплазмове спікання керамічних композиційних матеріалів.
23. Активоване спікання керамічних композиційних матеріалів.
24. Мікрохвильове спікання керамічних композиційних матеріалів.
25. Гаряче пресування керамічних композиційних матеріалів.
26. Спрямовано армовані композиційні матеріали. Технології отримання.
27. Технології отримання спрямовано армованих композиційних матеріалів.
28. Властивості спрямовано армованих композиційних матеріалів.
29. Спрямовано армовані композиційні матеріали. Особливості структури.
30. Радіопрозорі композиційні керамічні матеріали.
31. Композиційні керамічні бронематеріали. Класифікація. Властивості.