



ФУНКЦІОНАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

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>Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, 5 семестр (весняний)</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити/120 год: лекції – 36 год; практичні – 18 год; самостійна робота студента – 66 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік / МКР</i>
Розклад занять	<i>https://roz.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., старший дослідник, доцент Солодкий Є.В., evgen.solodky@gmail.com Практичні: к.т.н., старший дослідник, доцент Солодкий Є.В., evgen.solodky@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?session=478952b96f5d</i>

Програманавчальної 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 існуючих або створення нових функціональних матеріалів з бажаними фізико-механічними властивостями в залежності від їх структури, хімічного та фазового складу. Зможуть визначити вплив технологічних параметрів процесів їх виготовлення на структуру та функціональні властивості; області та способи застосування функціональних матеріалів.

Метою навчальної дисципліни є підсилення у здобувачів таких **загальних компетентностей**:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;*
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;*
- здатність працювати автономно;*
- прагнення до збереження навколишнього середовища;*

та фахових компетентностей

- 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 “Функціональні матеріали” – 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:

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

Для вивчення навчальної дисципліни “Функціональні матеріали” необхідні знання з дисциплін Кристалографія, кристалохімія та мінералогія, Фізика конденсованого стану та Матеріалознавство тугоплавких матеріалів.

Знання, що здобувач отримає під час вивчення дисципліни “Функціональні матеріали” необхідні для виконання і підготовки до захисту бакалаврської дипломної роботи та формують інтегральну компетентність першого (бакалаврського) рівня.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1 Функціональність матеріалів.

Тема 1.1. Класифікація матеріалів за функціональним призначенням. Застосування функціональних 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 Електротехнічні матеріали.

Тема 3.1 Електропровідність в матеріалах. Напівпровідники. Технології отримання напівпровідникових матеріалів.

Тема 3.2 Ізоляційні та діелектричні властивості матеріалів. Застосування діелектриків. Вплив структури на діелектричні властивості матеріалів.

Тема 3.3 Термоелектрики. Застосування термоелектричних матеріалів. Вплив природи матеріалів на їх термоелектричні властивості.

Тема 3.4 Надпровідники. Застосування надпровідників. Вплив хімічного, фазового складу та мікроструктури на надпровідність. Технічні надпровідники та технології їх отримання.

Розділ 4 Фотонні матеріали.

Тема 4.1 Класифікація фотонних матеріалів. Основні технології отримання фотонних матеріалів.

Розділ 5 Іонні провідники.

Тема 5.1 Іонна провідність в керамічних матеріалах. Електронно-іонна провідність. Типи іонних провідників. Застосування іонних провідників. Методи отримання іонних провідників.

Розділ 6 Магнітні матеріали.

Тема 6.1 Класифікація магнітних матеріалів. Застосування магнітних матеріалів. Металеві та керамічні магнітні матеріали.

Розділ 7 Сучасні конструкційні матеріали. Конструкційна кераміка. Високотемпературна кераміка авіакосмічного застосування.

Розділ 8 Смарт матеріали.

Тема 8.1 Матеріали з пам'яттю форми. Ефект пам'яті форми. Класифікація матеріалів. Застосування. Методи отримання матеріалів з пам'яттю форми.

Розділ 9 Управління структурними параметрами матеріалів в технологічних процесах

Тема 9.1. Методи консолідації функціональних матеріалів. Отримання функціональних матеріалів шляхом консолідації в присутності зовнішніх полів. Отримання плівкових матеріалів. Формування та спікання плівкових матеріалів із керамічних порошоків. Отримання наноструктурних плівкових багатошарових структур.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Зауличний Я. В. Фізика конденсованого стану для матеріалознавців / Я. В. Зауличний, Ю. В. Яворський. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 503 с.
2. Говорун Т. П. Фізика конденсованого стану матеріалів : навч. посіб. / Т. П. Говорун, В. О. Пчелінцев, В. М. Радзієвський, Л. В. Носонова. – Суми : СумДУ, 2015. – 236 с.
3. Однодворець Л. В. Матеріали і компоненти функціональної електроніки : навч. посіб. / Л. В. Однодворець, І. М. Пазуха. – Суми : СумДУ, 2020. – 196 с.

Додаткова література

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 книги є у вільному доступі в мережі інтернет і можуть бути використані для отримання базових та поглиблених знань по багатофункціональним наноконкомпозитам. 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 функціональних матеріалів.

5. Методика опанування навчальної дисципліни

Зміст лекційних занять

Лекція 1. Вступ. Організація очного і дистанційного навчання. Рейтингова система оцінювання.

Лекція 1. Класифікація матеріалів за функціональним призначенням. Поліфункціональність. Класифікація матеріалів за природою. Вплив природи матеріалу на його призначення. Особливості застосування функціональних матеріалів. Література: [1] – [3].

Лекція 2. Структурні рівні матеріалу. Основні властивості, що визначаються кожним структурним рівнем. Поняття про структурну чутливість матеріалів. Література: [1] – [3].

Лекція 3. Електропровідність в металах, кераміці та інших матеріалах. напівпровідники. Застосування напівпровідників. Технології отримання напівпровідникових матеріалів. Література: [1] – [3].

Лекція 4. Ізоляційні та діелектричні властивості матеріалів. Застосування діелектриків. Вплив структури на діелектричні властивості матеріалів. Література: [1] – [3].

Лекція 5. Термоелектрики. Історія термоелектричного явища. Застосування термоелектричних матеріалів. Вплив природи матеріалів на їх термоелектричні властивості. Література: [1] – [3].

Лекція 6. Надпровідники. Застосування надпровідників. Вплив хімічного, фазового складу та мікроструктури на надпровідність. Література: [1] – [3].

Лекція 7. Технічні надпровідники та технології їх отримання. Література: [1] – [3].

Лекція 8. Класифікація фотонних матеріалів по природі. Застосування фотонних матеріалів. Основні технології отримання фотонних матеріалів. Література: [1] – [3].

Лекція 9. Іонна провідність в керамічних матеріалах. Електронно-іонна провідність. Типи іонних провідників. Застосування іонних провідників. Література: [1] – [3].

Лекція 10. Методи отримання іонних провідників. Вплив мікроструктури на іонну провідність в матеріалах. Література: [1] – [3].

Лекція 11. Класифікація магнітних матеріалів. Застосування магнітних матеріалів. Металеві та керамічні магнітні матеріали. Література: [1] – [3].

Лекція 12. **Модульна контрольна робота.**

Лекція 13. Сучасні конструкційні матеріали. Конструкційна кераміка. Високотемпературна кераміка авіакосмічного застосування. Література: [1] – [3].

Лекція 14. Матеріали з пам'яттю форми. Ефект пам'яті форми. Класифікація матеріалів. Застосування матеріалів з пам'яттю форми. Література: [1] – [3].

Лекція 15. Перспективи створення сучасних матеріалів з пам'яттю форми. Методи отримання матеріалів з пам'яттю форми. Література: [1] – [3].

Лекція 16. Методи консолідації функціональних матеріалів. Література: [1] – [3].

Лекція 17. Отримання плівкових матеріалів. Формування та спікання плівкових матеріалів із керамічних порошків. Методи отримання наноструктурних плівкових багатошарових структур. Література: [1] – [3].

Лекція 18. **Залік.**

Основні завдання циклу практичних занять:

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

Зміст практичних занять

1. Визначення впливу структури на іонну провідність твердих електролітів(4 годин).
2. Визначення впливу структури на радіопрозорість кераміки(4 годин).
3. Визначення впливу вмісту керамічних зміцнюючих частинок на електропровідність металів (4 годин).
4. Високотемпературні властивості конструкційних керамічних матеріалів (6 годин).

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 – 18 годин;
- підготовці до виконання лабораторних занять – 36 годин;
- підготовка до МКР – 6 години;
- 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.
- 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 підготовка та подача реальних проектних пропозицій за тематикою власних наукових досліджень, курсового чи дипломного проектування. Сумарна кількість заохочувальних балів може складати до 10% від стартових 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 лабораторних 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:

- «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:

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)

- *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 залікової контрольної роботи знаходиться в Додатку Б.*
- *Лекційний курс планується таким чином, щоб розглянути закономірності природи та створення функціональних матеріалів з заданою структурою та властивостями. Практичні роботи проводяться у такій послідовності, щоб розглянути основні принципи створення функціональних матеріалів та наступного визначення їх функціональних властивостей в залежності від структури та фазового складу.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою ВТМ та ПМ (протокол № 9 від 14.02.2025 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є.О.Патона¹ (протокол №6/25 від 19.02.2025 р.)

¹Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.

Додаток А

Перелік питань модульної контрольної роботи

1. Класифікація матеріалів за функціональним призначенням
2. Структурні рівні матеріалів
3. Поняття електропровідності в керамічних та металевих матеріалах
4. Напівпровідникові матеріали. Класифікація. Застосування
5. Технології отримання напівпровідникових матеріалів
6. Ізоляційні та діелектричні властивості матеріалів
7. Застосування діелектриків
8. Найважливіші діелектричні характеристики матеріалів
9. Вплив структури на механічні властивості матеріалів
10. Вплив структури на діелектричні характеристики матеріалів
11. Вплив структури на магнітні властивості
12. Вплив структури на фотонні властивості
13. Термоелектричний пристрій. Ефект Зебека.
14. Застосування термоелектричних матеріалів.
15. Іонна провідність в матеріалах.
16. Ефект пам'яті форми.
17. Класифікація матеріалів з пам'яттю форми
18. Застосування матеріалів з пам'яттю форми
19. Вплив структури матеріалу на його іонну провідність
20. Лиття тонких плівок із керамічних порошків
21. Скрінінг тонких плівок із керамічних порошків
22. Застосування конструкційної високотемпературної кераміки

Перелік питань залікової контрольної роботи

1. Класифікація матеріалів за функціональним призначенням
2. Застосування конструкційної кераміки
3. Найважливіші діелектричні характеристики матеріалів
4. Вплив структури на діелектричні характеристики матеріалів
5. Вплив мікроструктури матеріалів на їх магнітні властивості
6. Вплив структури на фотонні властивості
7. Термоелектричний пристрій. Ефект Зебека.
8. Поняття про іонну провідність
9. Вплив структури матеріалу на іонну провідність
10. Керамічні електроліти
11. Керамічні іонні провідники для паливних комірок
12. Лиття тонких плівок із керамічних порошоків
13. Скрінінг тонких плівок із керамічних порошоків
14. Розмірний ефект. Приклади розмірного ефекту
15. Структурна ієрархія матеріалів
16. Методи виготовлення іонних провідників
17. Класифікація матеріалів з пам'яттю форми
18. Застосування матеріалів з пам'яттю форми
19. Ізоляційні та діелектричні властивості матеріалів
20. Застосування діелектриків