



## ПОРОШКОВІ ТА КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ МЕДИЦИНИ

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### 1. Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>другий (магістерський)</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) / дистанційна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, 2 семестр (весняний)</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити/ 120 год, 36 год лекцій, 18 годин практичних занять, 66 год самостійна робота</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік / МКР</i>
Розклад занять	<i><a href="https://schedule.kpi.ua/">https://schedule.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., старший дослідник, Солодкий Є.В., <a href="mailto:evgen.solodky@gmail.com">evgen.solodky@gmail.com</a> Практичні: к.т.н., старший дослідник, Солодкий Є.В., <a href="mailto:evgen.solodky@gmail.com">evgen.solodky@gmail.com</a></i>
Розміщення курсу	

#### Програма навчальної дисципліни

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

*Під час вивчення цієї дисципліни студенти набувають знань з матеріалів медичного призначення. Дисципліна включає ознайомлення з основними матеріалами, що використовуються в сучасній стоматології та ортопедії, а також технологіями отримання керамічних, металокерамічних, полімерних та металевих матеріалів для медицини.*

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

- здатність до системного мислення, аналізу та синтезу;*
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;*
- здатність працювати автономно;*

##### ***фахових компетентностей***

- здатність виявляти та ставити проблеми в сфері матеріалознавства, приймати ефективні рішення для їх вирішення;*
- здатність планувати та проводити дослідження в сфері матеріалознавства у лабораторних та виробничих умовах на відповідному рівні з використанням сучасних методів і методик експерименту;*
- 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);*
- здатність проектувати та створювати порошкові композиційні та наноструктуровані матеріали на основі фундаментальних засад теорії та технології.*

*Предмет навчальної дисципліни “Порошкові та композиційні матеріали для медицини” – є порошкові та композиційні матеріали медичного призначення та технології їх отримання, які забезпечують бажані фізико-механічні та біологічні властивості.*

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

**ЗНАННЯ:**

- *логіки та методології наукового пізнання;*
- *принципів системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями, що приймаються для розв'язання складних матеріалознавчих задач;*
- *закономірностей впливу хімічного складу вихідного дисперсного матеріалу та технології його отримання і обробки на властивості нових матеріалів, що створюються*

**УМІННЯ:**

- *виявляти, формулювати і вирішувати матеріалознавчі проблеми і задачі;*
- *проекувати нові матеріали, розробляти, досліджувати та використовувати фізичні та математичні моделі матеріалів та процесів.*

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

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

*Знання, що здобувач отримає під час вивчення дисципліни “Порошкові та композиційні матеріали для медицини” необхідні для виконання і підготовки до захисту магістерської дисертаційної роботи.*

**3. Зміст навчальної дисципліни**

*Розділ 1 Біоматеріали та біосумісність*

*Тема 1.1. Вступ. Основні відомості про матеріали медичного призначення.*

*Тема 1.2. Будова кісткової тканини*

*Розділ 2 Матеріали в медицині*

*Тема 2.1 Керамічні матеріали в медицині та стоматології ортопедії*

*Тема 2.2 Фосфати кальцію*

*Тема 2.3 Матеріали на основі металів та сплавів*

*Тема 2.4 Полімери медичного призначення*

*Тема 2.5 Наноматеріали медичного призначення*

*Розділ 3 Технології отримання матеріали для медицини*

*Тема 3.1 Методи консолідації порошкових матеріали для медицини*

**2. 4. Навчальні матеріали та ресурси**

*Базова література*

1. *Горобець С. В. Функціональні біо- та наноматеріали медичного призначення : монографія / О. Ю. Горобець, П. П. Горбик, І. В. Уварова. – Київ : Видавничий дім «Кондор», 2018. – 480 с.*
2. *Наноматеріали медичного призначення / І.В. Уварова, П.П. Горбик, С.В. Горобець, О.А. [та ін.]. – Київ. : НВП «Наукова думка» НАН України, 2014. – 415 с.*
3. *Матеріалознавство виробів медичного призначення : навч. посіб. / В. А. Шаломєєв, О. А. Глотка, О. А. Лисиця, Г. В. Табунцик. – Житомир : Видавець О. О. Євенок, 2020. – 262 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 літературні джерела є у вільному доступі в мережі інтернет і можуть бути використані для отримання базових та поглиблених знань по матеріалам медичного призначення. 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 матеріалів медичного призначення.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни

#### Зміст лекційних занять

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

Лекція 2. Будова кісткової тканини. Функції, що виконує кістковий скелет (механічні, біологічні). Форми кісток. Хімічний склад кісткової тканини. Функції колагену в кістковій тканині. Склад будова та фізичні властивості зубів. Література: [1]-[3].

Лекція 3. Історія розвитку біоматеріалознавства. Визначення поняття біоматеріали. Предмет та задачі біоматеріалознавства. Основні напрямки використання біоматеріалів в медицині. Класифікація матеріалів за їх біологічною дією на живий організм., Загальні медико-технічні вимоги до матеріалів, які контактують з біологічним середовищем. Література: [1]-[3].

Лекція 4. Поняття біосумісності. Біоматеріал. Біодеградуєчі матеріали. Біоактивна та біоінертна кераміка. Остеоіндуктивні та остеокондуктивні матеріали. Література: [3].

Лекція 5. Загальні поняття про стоматологічної порцеляни. Характеристика компонентів порцелянових мас. Основні властивості стоматологічного порцеляни. Структурні елементи порцелян. Технологія виготовлення виробів з порцеляни. Література: [1]-[3].

Лекція 6. Керамічні матеріали на основі діоксиду цирконію. Властивості та поліморфні перетворення в діоксиді цирконію. Трансформаційне зміцнення, викликане мартенситним перетворенням. Стабілізація різних модифікацій. Способи отримання діоксиду цирконію та виробів з нього. Використання ZrO<sub>2</sub> в стоматології. Література: [1]-[3].

Лекція 7. Стоматологічні ситали. Визначення ситалу. Склад та властивості ситалів. Технологія виготовлення вінірів. Вплив складу ситалу на його властивості. Література: [1]-[3].

Лекція 8. Полімери. Загальні відомості про полімери. Класифікація полімерів. Сополімери та наповнювачі. Вплив фізичних властивостей наповнювача на полімерну композицію. Стоматологічні цементи. Загальні відомості та властивості стоматологічних цементів. Цинк-фосфатні цементи. Модифіковані цинкфосфатні цементи. Цинк-сілікатнофосфатні цементи. Цинк-полікарбоксилатні цементи. Література: [1]-[3].

Лекція 9. Медичні матеріали для реконструкції біотканин. Загальна характеристика полімерів. Класифікація та фізико-механічні властивості полімерів. Характеристика основних синтетичних полімерних матеріалів та використання їх в медицині. Використання полімерних матеріалів в відновній хірургії. Біомедичні вимоги до полімерних матеріалів, які

використовують для імплантації. Характеристика полімерних протезів за призначенням для організму. Полімерні матеріали для серцево-судинної хірургії. Література: [1]-[3].

Лекція 10 Синтез ортофосфатів кальцію. Осадження з розчинів (мокрый метод), твердофазний синтез (сухий метод) і гідротермальний синтез. Гідроксіпатит кальцію. Термічна стабільність і особливості спікання фосфатнокальцієвої кераміки. Вплив властивостей порошків гідроксіпатиту на ущільнення виробів в процесі спікання. Матеріали на основі фосфатів. Література: [1]-[3].

Лекція 11 Метали і сплави, що застосовуються в стоматології та хірургії. Класифікація металів. Протези з благородних металів. Кобальтові та нікелеві сплави. Леговані сталі. Література [9]. Лекція 12 Сплави титану. Наноструктурний титан. Нікелід титану. Біоактивні покриття на титанових імплантатах. Література: [1]-[3].

Лекція 13 Методи отримання імплантів на основі титану. Взаємодія титану з живими тканинами. Вплив структури та фазового складу на властивості титанових імплантів. Література: [1]-[3].

Лекція 14 Наноматеріали. Класифікація наноматеріалів для медицини. Магнітні наноматеріали для доставки ліків. Порошки оксиду заліза. Література: [1]-[3]. Модульна контрольна робота (Додаток А)

Лекція 15 Наноматеріали для доставки ліків. Наноалмази, нанторубки, фулерени. Наноструктурні сорбційні матеріали для медицини. Література: [1]-[3].

Лекція 16 3Д друк. Селективна лазерне спікання. Селективне електронно-променево спікання. Інжекційне формування. Література: [1]-[3].

Лекція 17. Методи консолідації важкоущільнюваної кераміки. Іскроплазмове спікання. Гаряче пресування. Мікрохвильове спікання. Миттєве спікання спалахом. Література: [1]-[3].

Лекція 18. **Залік.**

Основні завдання циклу практичних занять:

- сприяння поглибленому вивченню та практичному освоєнню студентами питань матеріалознавства в медицині.

#### **Зміст практичних занять**

1. Біосумісність. Визначення вимог до біоматеріалів (2 години).
2. Імпланти з керамічних матеріалів: біокераміка на основі фосфатів кальцію (2 години).
3. Керамічні матеріали стоматологічного призначення (2 години).
4. Матеріали на основі металів і сплавів (нержавіючі сталі, кобальтові, ніхромові сплави) (2 години).
5. Біоматеріали на основі титану та його сплавів (2 години).
6. Покриття в медицині (2 години).
7. **Модульна контрольна робота** (2 години).
8. Полімери медичного призначення (2 години).
9. Технології виготовлення біосумісних матеріалів та виробів (2 години).

#### **6. Самостійна робота студента**

Самостійна робота здобувачів (загальна тривалість 66 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 матеріалів медичного призначення – в розрахунку 1 година на 1 годину лекційного заняття = 36 години;
- підготовці до виконання практичних занять – в розрахунку 1 година на 1 годину виконання практичного заняття = 16 години;
- МКР – 8 годин;
- підготовці до підсумкової атестації – заліку (6 годин).



## 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, 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 при очному та дистанційному навчанні:

- Експрес-опитування на лекційних заняттях – максимум 3 бал, всього 48 бал. Мінімальна позитивна оцінка складає 60% від максимальної.
- Тестування на практичних заняттях – максимум 3 бал всього 24 балів. Мінімальна позитивна оцінка складає 60% від максимальної.
- МКР проводяться у письмовому вигляді на 14-му навчальному тижні. МКР включає 4 теоретичних питань зі списку Додатку А. Максимальна оцінка 28 балів (максимум 7 балів за питання). Мінімальна позитивна оцінка складає 60% від максимальної.
- 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 та МКР.

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 28 балів, відповідно:

- 28 балів – повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання);
- 22 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);
- 18 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.

Виконане завдання практичної роботи максимально оцінюється у 3 бали:

- повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове виконання) - 3 бали;
- 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) - 2,5 бали;
- неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (робота виконана з певними недоліками) - 2 бали;
- відповідь не відповідає умовам до «задовільно» - 0 балів.

### 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- Перелік питань співбесіди знаходиться в Додатку Б.

Лекційний курс планується таким чином, щоб розглянути можливість створення нових порошкових та композиційних матеріалів медичного призначення з покращеними фізико-механічними властивостями застосовуючи сучасні підходи по вибору матеріалів, їх хімічного та фазового складу та технології отримання з них виробів. Практичні заняття виконуються у послідовності отримання навчального матеріалу на лекціях та наступного його закріплення на практичних заняттях.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

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

**Ухвалено** кафедрою ВТМ та ПМ (протокол № 17 від 26.06.2024 р.)

**Погоджено** Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № 12/24 від 28.06.24 р.)

**ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, які виносяться на модульну контрольну роботу**

Будова кісткової тканини людини її склад та властивості.
Будова та властивості людського зуба.
Будова фарфорового покриття в металокерамічній композиції. Призначення кожного шару покриття.
Використання кальцій фосфатної кераміки в медицині. Імплантація, носії лікарських засобів.
Вплив складу на температуру відпалу стоматологічної порцеляну. Класифікація.
Ефекти пам'яті форми і інші явища формозміни в сплавах на основі TiNi
Мартенситні перетворення, ефект запізнення і гістерезисні явища в нікеліді титану.
Механізм трансформаційного зміцнення діоксиду цирконію.
Неіржавіючі сталі, що використовують в медицині.
Області застосування і властивості медичних металевих матеріалів і сплавів на основі нікеліду титану
Основні вимоги до властивостей матеріалів в стоматології.
Іскроплазмове спікання. Суть методу. Переваги
Мікрохвильове спікання. Суть методу. Переваги.
Інжекційне формування металевих виробів.
Охарактеризуйте вимоги до керамічних матеріалів для медичного застосування
Охарактеризуйте методи збільшення щільності стоматологічного порцеляни.
Переваг та недоліки високотемпературного синтезу гідроксиопатиту у порівнянні з сухими методами синтезу
Охарактеризуйте сплави, що застосовують в стоматології
Адитивні технології отримання керамічних виробів.
Полімери медичного призначення: вимоги та властивості.
Ситали: визначення та застосування.
Сплави на основі кобальту і нікелю, що застосовуються в медицині..
Стоматологічні композиційні матеріали. Вимоги, що пред'являються до них.
Стоматологічні цементи. Класифікація.
Технологія виробництва ситалів.
Умови виникнення ефекту пам'яті форми в матеріалах.
Технології виробництва полімерних виробів. Описати суть методів
Механохімічний метод синтезу гідроксиопатиту. Особливості, переваги, недоліки.
Біоактивність та біоінертність. Визначення та різниця в понятті.
Композиційні матеріали з використанням кальцій фосфатної кераміки.
Контроль властивостей сплавів на основі нікеліду титану.



## ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, які виносяться на співбесіду

Біоактивність та біоінертність. Визначення та різниця в понятті.
Біосумісні полімери.
Будова кісткової тканини людини її склад та властивості.
Будова людського зуба. Хімічний та фазовий склад.
Будова металокерамічної коронки. Способи її виготовлення.
Будова та властивості людського зуба.
Будова фарфорового покриття в металокерамічній композиції. Призначення кожного шару покриття.
Використання кальцій фосфатної кераміки в медицині. Імплантація, носії лікарських засобів.
Використання порцелянових мас в стоматології
Вплив складу на температуру відпалу стоматологічної порцеляну. Класифікація.
Ефекти пам'яті форми і інші явища формозміни в сплавах на основі TiNi
За якими ознаками класифікують композиційні стоматологічні матеріали
Класифікація матеріалів для облицювання металевої коронки.
Класифікація полімерів. Полімери для медицини.
Композиційні матеріали з використанням кальцій фосфатної кераміки.
Контроль властивостей сплавів на основі нікеліду титану.
Критерії вибору імплантаційних матеріалів на основі нікеліду титану
Мартенситні перетворення в сплавах на основі нікеліду титану.
Мартенситні перетворення, ефект запізнення і гістерезисні явища в нікеліді титану.
Металокерамічні композити в медицині. Область застосування, вимоги до матеріалу.
Методи синтезу фосфатів кальцію.
Механізм трансформаційного зміцнення діоксиду цирконію.
Неіржавіючі сталі, що використовують в медицині.
Області застосування і властивості медичних металевих матеріалів і сплавів на основі нікеліду титану
Основні вимоги до властивостей матеріалів в стоматології.
Іскроплазмове спікання. Суть методу. Переваги
Мікрохвильове спікання. Суть методу. Переваги.
Основні структурні елементи стоматологічного порцеляни.
Особливості біокераміки на основі фосфатів кальцію.
Інжекційне формування металевих виробів.
Охарактеризуйте вимоги до керамічних матеріалів для медичного застосування
Охарактеризуйте вплив ініціаторів, каталізаторів, активаторів, інгібіторів на полімери.
Охарактеризуйте методи збільшення щільності стоматологічного порцеляни.
Охарактеризуйте методи отримання неметалевих покриттів медичного призначення.
Адитивні технології отримання металевих виробів. Вимоги до порошків для адитивних технологій
Переваг та недоліки високотемпературного синтезу гідроксиapatиту у порівнянні з сухими методами синтезу
Охарактеризуйте сплави, що застосовують в стоматології
Адитивні технології отримання керамічних виробів.
Полімери медичного призначення: вимоги та властивості.

Ситали: визначення та застосування.
Сплави на основі кобальту і нікелю, що застосовуються в медицині..
Сплави титану. Класифікація. Застосування
Особливості, переваги та недоліки наноструктурногогідроксиопатиту
Способи підвищення механічних властивостей стоматологічної порцеляни.
Стоматологічні композиційні матеріали. Вимоги, що пред'являються до них.
Стоматологічні цементи. Класифікація.
Технологія виробництва ситалів.
Умови виникнення ефекту пам'яті форми в матеріалах.
Технології виробництва полімерних виробів. Описати суть методів
Механохімічний метод синтезу гідроксиопатиту. Особливості, переваги, недоліки.