



ПОРОШКОВІ ТА КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ МЕДИЦИНИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія¹</i>
Спеціальність	<i>132 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Освітньо-наукова програма Матеріалознавство</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, 3 семестр (осінній)</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити/120 год: 18 год лекцій, 18 год лабораторні, 84 год самостійна робота</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік / Модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>http://roz.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.com² Практичні:к.т.н., старший дослідник, Солодкий Є.В., evgen.solodky@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>https://campus.kpi.ua</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Під час вивчення 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 формування у здобувачів здатностей:

- 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 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.

здатність застосовувати системний підхід для розв'язання прикладних задач виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів та виробів.

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 "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;
- формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі для розробки, виготовлення, випробування, сертифікації, утилізації матеріалів, створення та застосування ефективних технологій виготовлення виробів;
- проектувати 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 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 "Порошкові та композиційні матеріали для медицини":

- інженерне матеріалознавство;
- наукові основи створення наноматеріалів.

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

Тема 1 Біоматеріали та біосумісність

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

Тема 1.2. Будова кісткової тканини

Тема 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

Тема 3 Технології отримання матеріали для медицини

Тема 3.1 Методи консолідації порошкових матеріали для медицини

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Композитні та порошкові матеріали [Електронний ресурс] : навчальний посібник / П. П. Савчук, В. П. Кашицький, М. Д. Мельничук, О. Л. Садова ; за заг. ред. П.П. Савчука. – Луцьк : ФОП Теліцин О. В., 2017. – 368 с. – Режим доступу : <https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2021-02/%D0%9A%D0%9E%D0%9C%D0%9F%D0%9E%D0%97%D0%98%D0%A2%D0%9D%D0%86%20%D0%A2%D0%90%20%D0%9F%D0%9E%D0%A0%D0%9E%D0%A8%D0%9A%D0%9E%D0%92%D0%86%20%D0%9C%D0%90%D0%A2%D0%95%D0%A0%D0%86%D0%90%D0%9B%D0%98.pdf>.
2. Основи біоматеріалознавства [Електронний ресурс] : навч. посіб. / О. В. Савцова, Г. К. Воронов, О. І. Фесенко, О. І. Пулипенко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 202 с. – Режим доступу : <https://eprints.kname.edu.ua/63924/1/2022%20%D0%BF%D0%B5%D1%87.%204%D0%9D%20%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%20%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0.pdf>.
3. І.В.Уварова, П.П.Горбик, С.В.Горобець, О.А.Иващенко, Н.В.Ульянчич. Наноматеріали медичного призначення. Київ. НВП «Наукова думка» НАН України, 2014. 415 с.

Додаткова література

1. Наноматеріали в біотехнічних системах [Електронний ресурс] : конспект лекцій для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 132 Матеріалознавство / С. П. Панченко ; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2022. – 58 с. – Режим доступу : https://btpm.nmu.org.ua/ua/download/lecture-course/Lectures_NMBS.pdf.
2. Вільямс Д.Ф., Роуф Р. Имплантаты в хирургии / пер. с англ. – М.: Медицина, 1978. – 552 с.
3. Л. Слуцкий, Я. Ветра. Биологические вопросы биоматериаловедения. Латвийская медицинская академия. Рига. 2001.
4. Маттиас Эппле. Биоматериалы и биоминерализация. Томск : Издательство «Ветер», 2007. – 157 с.
5. Ульянчич Н.В., Иващенко Е.А., Уварова И.В., Ксензова О.В., Свирид Е.С., Проценко Л.С., Будилина О.Н., Дацкевич О.В. Возможность использования кальцийфосфатной керамики в качестве носителя лекарственных редств. Український морфологічний альманах, 2010, Том 8, № 2, с. 44-46.
6. С.В. Горобець, О.Ю. Горобець, П.П. Горбик, І.В. Уварова. Функціональні біо- та наноматеріали медичного призначення: – Київ: Видавничий дім «Кондор», 2018. – 480 с.
5. Y. Gogotsi, V. Presser, Carbon Nanomaterials, 2nd ed. CRC Press, 2013. 514.

Перераховані книги є у вільному доступі в мережі інтернет і можуть бути використані для отримання базових та поглиблених знань по матеріалам медичного призначення.

Електронні 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/>

рекомендуються для пошуку актуальної наукової інформації, яка стосується стану проблеми розробки нових матеріалів медичного призначення.

Навчальний контент

6. Методика опанування навчальної дисципліни

Зміст лекційних занять

Лекція 1. Вступ. Будова кісткової тканини. Функції, що виконує кістковий скелет (механічні, біологічні). Форми кісток. Хімічний склад кісткової тканини. Функції калогену в кістковій тканині. Склад будова та фізичні властивості зубів.

Лекція 2. 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. Поняття біосумісності. Біоматеріал. Біодеградуючі матеріали. Біоактивна та біоінертна кераміка. Остеоіндуктивні та остеокондуктивні матеріали.

Лекція 3. Загальні поняття про стоматологічної порцеляни. Характеристика компонентів порцелянових мас. Основні властивості стоматологічного порцеляни. Структурні елементи порцелян. Технологія виготовлення виробів з порцеляни. 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 ZrO₂ в стоматології. Стоматологічні ситали. Визначення ситалу. Склад та властивості ситалів. Технологія виготовлення вінірів. Вплив складу ситалу на його властивості.

Лекція 4. 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.

Лекція 5. 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. Синтез ортофосфатів кальцію. Осадження з розчинів (мокрый метод), твердофазний синтез (сухий метод) і гідротермальний синтез. Гідроксіапатит кальцію. Термічна стабільність і особливості спікання фосфатнокальцієвої кераміки. Вплив властивостей порошків гідроксіапатиту на ущільнення виробів в процесі спікання. Матеріали на основі фосфатів.

Лекція 6. Метали і сплави, що застосовуються в стоматології та хірургії. Класифікація металів. Протези з благородних металів. Кобальтові та нікелеві сплави. Леговані сталі. Сплави титану. Наноструктурний титан. Нікелід титану. Біоактивні покриття на титанових імплантатах. Методи отримання імплантів на основі титану. Взаємодія титану з живими тканинами. Вплив структури та фазового складу на властивості титанових імплантів.

Лекція 7. Наноматеріали. Класифікація наноматеріалів для медицини. Магнітні наноматеріали для доставки ліків. Порошки оксиду заліза. Наноматеріали для доставки ліків. Наноалмази, наноторубки, фулерени. Наноструктурні сорбційні матеріали для медицини.

Лекція 8. ЗД друк. Селективна лазерне спікання. Селективне електронно-променеє спікання. Інжекційне формування. Методи консолідації важкоущільнюваної кераміки. Іскроплазмове спікання. Гаряче пресування. Мікрохвильове спікання. Миттєве спікання спалахом.

Лекція 9. **Залік.**

Основні завдання циклу практичних занять – сприяння поглибленому вивченню та практичному освоєнню студентами питань матеріалознавства в медицині.

Зміст практичних занять

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

7. Самостійна робота студента

Самостійна робота здобувачів (загальна тривалість 84 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 38 години;
- підготовці до виконання практичних занять – 32 години;
- МКР – 8 годин;
- підготовці до підсумкової атестації – заліку (6 годин).

Політика та контроль

8. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед здобувачем:

- 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 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

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

Поточний контроль:

- Експрес-опитування на лекційних заняттях – максимум 5 балів, всього 35 балів.
- Тестування на практичних заняттях – максимум 5 балів всього 40 балів.
- Модульна контрольна робота в вигляді захисту проекту проводиться 18-му навчальному тижні. Максимальна оцінка 25 балів.
- Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг не менше 60 балів.

У випадку семестрового рейтингу 30-59 балів або 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

9.1. Критерії нарахування балів.

Модульна контрольна робота.

Сумарна максимальна оцінка складає 25 балів, відповідно:

- 25 балів – повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання);
- 20 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);
- 15 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 1 бал:

- 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».

10. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- Перелік питань залікової контрольної роботи знаходиться в Додатку А.
- 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.
- 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".

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. Патона³ (протокол №6/25 від 19.02.2025 р.)

³Методичною радою університету– для загальноуніверситетських дисциплін.

Перелік питань залікової контрольної роботи

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.