



# МАТЕРІАЛИ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ 2 - 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 інженерія<sup>1</sup></i>
Спеціальність	<i>132-21 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>заочна/дистанційна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, 2 семестр (весняний)</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік / МКР</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=20e01179-2baa-4019-83af-cfda884dd0d4">http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=20e01179-2baa-4019-83af-cfda884dd0d4</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><sup>2</sup> Практичні: к.т.н., старший дослідник, Солодкий Є.В., <a href="mailto:evgen.solodky@gmail.com">evgen.solodky@gmail.com</a></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?session=478952b96f5d">https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?session=478952b96f5d</a></i>

### 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 формування у здобувачів здатностей:*

- виявляти та ставити проблеми в сфері матеріалознавства, приймати ефективні рішення для їх вирішення*
- планувати та проводити дослідження в сфері матеріалознавства у лабораторних та виробничих умовах на відповідному рівні з використанням сучасних методів і методик експерименту*
- застосовувати сучасні інформаційні технології для вирішення задач вибору та дизайну матеріалів;*

<sup>1</sup>В 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».

<sup>2</sup>Електронна 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.

- застосовувати нові сучасні методи розроблення технологічних процесів виготовлення виробів і об'єктів у сфері професійної діяльності з визначенням раціональних технологічних режимів роботи спеціального устаткування;
- аналізувати та прогнозувати фізико-механічні властивості порошкових композиційних та наноструктурованих матеріалів;
- оцінювати техніко-економічну ефективність, розробки, дослідження нових матеріалів і технології їх виготовлення та оброблення, проектування нестандартного устаткування, технологічних процесів, брати участь у створенні системи менеджменту якості на підприємстві.
- застосовувати спеціалізовані новітні методи аналізу та прогнозування ринку матеріалів, стратегічного планування розвитку індустрії
- проектувати та створювати порошкові композиційні та наноструктуровані матеріали на основі фундаментальних засад теорії та технології.

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 “Матеріали спеціального призначення 2 - 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:

- виявляти, формулювати і вирішувати матеріалознавчі проблеми і задачі
- застосовувати сучасні інформаційні технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач матеріалознавства
- показувати наукові навички у галузі інженерії для того, щоб успішно проводити наукові дослідження як під керівництвом так і самостійно
- використовувати сучасні методи для виявлення, постановки та розв'язування винахідницьких задач в галузі матеріалознавства
- розробляти і застосовувати новітні методи і методика досліджень матеріалів та процесів в галузі матеріалознавства з урахуванням особливості проблем, що вирішуються
- розробляти нові матеріали з використанням засобів автоматизації проектування та розрахунку рівня властивостей на основі сучасних систем й передового досвіду розроблення конкурентоспроможних матеріалів та виробів;
- оцінювати якісні та кількісні параметри технологічних процесів;
- використовувати інформацію щодо умов виготовлення та експлуатації виробів при розробці нового матеріалу та технології його оброблення, визначати та формулювати технічні вимоги до матеріалу виробів та можливості їх забезпечення, розробляти шляхи підвищення експлуатаційних властивостей вибраних матеріалів

## **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 “Матеріали спеціального призначення 2 - Порошкові та композиційні матеріали для медицини”:

- фізичні властивості та методи дослідження матеріалів;
- основи отримання порошкових та композиційних матеріалів;
- технологія нанесення та властивості покриттів;
- матеріалознавство тугоплавких та композиційних матеріалів;
- інженерне матеріалознавство.

Знання, що здобувач отримує під час вивчення дисципліни “Матеріали спеціального призначення 2 - 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. Власов А.С., Карабанова Т.А. Керамика и медицина (обзор) // Стекло и керамика. – 1993. – № 9–10. – С. 23–25.
2. 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, 415с.
3. Вильямс Д.Ф., Роуф Р. Имплантаты в хирургии / пер. с англ. – М.: Медицина, 1978. – 552 с.
4. Луцкая И.К. Практическая стоматология. – Минск: Беларуская навука, 2000. – 368 с.
5. Эстетика оксида циркония / Н. Schenk // Новое в стоматологии.– 2006. – 4. – С. 96–106.
6. Кортников Е.В., Воеводский В.С., Павлов Ю.К. Основы материаловедения. Учебное пособие для медицинских вузов. – М.: Высш. шк., 1988. – 216 с.
7. С.М. Баринов, В.С. Комлев. Биокерамика на основе фосфатов кальция. Москва Наука 2005 с.187.
8. Roger Narayan editor. Biomedical Materials. – USA: Springer, 2009 – 569 с. ISBN 978-0-387-84871-6
9. А.А. Бурьянов, Н.А.Корж, С.П. Ошкадеров. Металлические материалы для имплантатов ортопедического и травматологического назначения. Ортопедия, травматология и протезирование 2008. №3: 5-10.
10. Эндопротезы суставов человека: материалы и технологии / под ред. Н. В. Новикова, О. А. Розенберга, Й. Гавлика. – К.: ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины, 2011. – 528с.
11. 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.
12. Y. Gogotsi, V. Presser, Carbon Nanomaterials, 2nd ed. CRC Press, 2013. 514.
13. Рагуля А.В. Консолидированные наноструктурные материалы / А.В. Рагуля, В.В. Скороход К.: Наукова думка. – 2007. – 374 с.
14. Vandyopadhyay A., Bose S. Additive Manufacturing CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016. — XII, 402 p.

15. Riccardo Casati, Jannis N. Lemke, Ausonio Tuissi and Maurizio Vedani Aging Behaviour and Mechanical Performance of 18-Ni 300 Steel Processed by Selective Laser Melting Reprinted from: *Metals* 2016, 6(9), 218; doi: 10.3390/met6090218
16. Li Tang, Chunbing Wu, Zhixiong Zhang, Jianzhong Shang and Chao Yan A Lightweight Structure Redesign Method Based on Selective Laser Melting Reprinted from: *Metals* 2016, 6(11), 280; doi: 10.3390/met6110280
17. Heaney D Woodhead Publishing, *Handbook of Metal Injection Molding* 2019. — 627 p.
18. Mattia Biesuz, Salvatore Grasso, Vincenzo M. Sglavo, What's new in ceramics sintering? A short report on the latest trends and future prospects *Current Opinion in Solid State and Materials Science* Volume 24, Issue 5, October 2020, 100868

#### Додаткова література

1. Л.Слуцкий, Я.Ветра. Биологические вопросы биоматериаловедения. Латвийская медицинская академия. Рига.2001.
2. Маттиас Эппле. Биоматериалы и биоминерализация. Издательство «Ветер» Томск 2007, - 157 с.
3. Ульянович 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 средств. *Український морфологічний альманах*, 2010, Том 8, № 2, с. 44-46
4. <https://www.scopus.com/>
5. <https://scholar.google.com/>
6. <https://link.springer.com/>
7. <https://www.sciencedirect.com/>
8. <https://www.wiley.com/en-us>
9. <https://webofknowledge.com/>

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 (<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. 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 Література: [1]-[2].

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 біоенертна кераміка. Остеоіндуктивні та остеокондуктивні матеріали Література: [3].

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 ZrO<sub>2</sub> в стоматології. Стоматологічні ситали. Визначення ситалу. Склад та властивості ситалів. Технологія виготовлення вінірів. Вплив складу ситалу на його властивості. Література: [4], [5].

Лекція 4 Полімери. Загальні відомості про полімери. Класифікація полімерів. Metали і сплави, що застосовуються в стоматології та хірургії. Класифікація металів. Протези з благородних металів. Кобальтові та нікелеві сплави. Леговані сталі. Сплави титану. Наноструктурний титан Література [4], [6], [10].

Лекція 5 Методи виробництва виробів медичного призначення із порошкових матеріалів. Класифікація методів консолідації порошкових матеріалів. Поняття адитивних технологій. ЗД друк. Селективна лазерне спікання. Селективне електронно-променево спікання. Інжекційне формування Література [12]-[15].

Основні завдання циклу практичних занять:

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

#### **Зміст практичних занять**

1. *Керамічні матеріали стоматологічного призначення (2 години).*
2. *Матеріали на основі металів і сплавів (ніржавіючі сталі, кобальтові, ніхромові сплави, біоматеріали на основі титану та його сплавів) (2 години).*
3. *Технології виготовлення біосумісних матеріалів та виробів (2 години).*

## **6. Самостійна робота студента**

Самостійна робота здобувачів (загальна тривалість 104 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 5 години на 1 годину лекційного заняття = 50 години;
- підготовці до виконання практичних занять – в розрахунку 3 години на 1 годину виконання практичного заняття = 15 години;
- ДКР – 30 годин;
- підготовці до підсумкової атестації – заліку (9 годин).

Домашня контрольна робота полягає у виборі, обґрунтуванні матеріалу та технології отримання виробу з нього для використання в медичних цілях

Приклади завдань для ДКР

- Зубний імплант.
- Колінний суглоб.
- Порувата вставка для зрощування кісток.
- Металевий штир для фіксування кісток кінцівок

## **Політика та контроль**

### **7. 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 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 5 бал, всього 25 балів.
- Тестування на практичних заняттях – максимум 5 балів, всього 15 балів.
- Домашня контрольна робота в вигляді захисту проекту. Максимальна оцінка 30 балів.
- Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг не менше 50 балів за умови виконання усіх практичних та ДКР.

У випадку 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

### 8.1. Критерії нарахування балів.

Домашня контрольна робота.

Сумарна максимальна оцінка складає 30 балів, відповідно:

- 30 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 5 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 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

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

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

Ухвалено кафедрою ВТМ та ПМ (протокол № \_\_ від 22 червня 2021 р.)

Погоджено Методичною комісією ІМЗ ім. Є.О. Патона<sup>3</sup> (протокол № \_ від \_\_ \_\_\_\_\_ 2021 р.)

---

<sup>3</sup>Методичною 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 наноструктурного гідроксиapatиту
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 гідроксиapatиту. Особливості, переваги, недоліки.