



БІОМЕДИЧНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія ¹
Спеціальність	132 Матеріалознавство
Освітня програма	Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	5 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредитів, 120 годин.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	Rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент, Іващенко Євген Вадимович, Тел 096 875 5778, Telegram та Viber ivashchenkoe@ukr.net
Розміщення курсу	Лабораторні: к.т.н., доцент, Іващенко Євген Вадимович Moodle,

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна належить до переліку вибіркових дисциплін циклу професійної підготовки освітньої програми другого (магістерського) рівня вищої освіти.

Предмет навчальної дисципліни: область біоматеріалів яскраво виражена міждисциплінарна область, в якій використовують досягнення хімії, фізики, медицини, біотехнології, металургії, електроніки. Навчальна дисципліна пов'язана з вивченням взаємозв'язку складу, будови, властивостей, технології виробництва і застосування матеріалів для медицини, а також закономірності зміни властивостей матеріалів під впливом фізичних, механічних і хімічних чинників. Розглянуті найважливіші біомедичні матеріали та напрямки механічного їх використання.

Особливість подання цієї проблематики студентам спеціалізації: особливістю подання матеріалу є наголос на впливу технології виготовлення та обробки біоматеріалів на їх біосумісність, механічні, корозійні та інші властивості. Це стосується матеріалів, що використовуються для створення імплантатів та ендопротезів, в тому числі здатних до біодеградації і застосовуваних в серцево-судинній, кістковій хірургії, офтальмології,

зуболікарській техніці, при заміщенні м'яких тканин, обробці ран і опіків, при виготовленні шовних матеріалів що розсмоктуються і ін. ;

матеріали, що застосовуються при створенні систем, що володіють лікарською активністю;

матеріали, що використовуються для створення виробів, які не контактують при застосуванні безпосередньо з кров'ю і лімфою. Полімерні імплантати полімерні матеріали є основою багатьох груп імплантатів об'єктів, що вводяться в організм хірургічними методами і функціонують в умовах повного або часткового оточення живими тканинами. В даний час імплантати широко використовують при хірургічних операціях. Найбільшою групою імплантатів є імплантати, які використовуються при операціях в серцево-судинній системі, системах, утворених кістковою і м'якою тканинами, офтальмології, зуболікарській техніці.

Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей у відповідності до ОПП, а саме:

K3.01	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
K3.02	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
K3.03	Здатність розробляти та управляти проєктами.
K3.04	Здатність спілкуватися іноземною мовою.
K3.05	Здатність працювати автономно.
K3.06	Здатність працювати в команді.

СК.01	Здатність виявляти та ставити проблемив сфері матеріалознавства, приймати ефективні рішення для їх вирішення
СК.05	Здатність до критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання і обробки та використання у виробках (або у виробничих умовах)
СК.10	Здатність організовувати та здійснювати комплексні випробування матеріалів і виробів
СК.12	Здатність розробляти та реалізовувати проєкти в сфері матеріалознавства, а також дотичні до неї міждисциплінарні проєкти
СК.18	Здатність застосовувати фундаментальні основи нанотехнологій для створення та використання наноматеріалів
РН.2	Виявляти, формулювати і вирішувати матеріалознавчі проблеми і задачі
РН.7	Розробляти та реалізовувати проєкти у сфері матеріалознавства та дотичних до матеріалознавства міждисциплінарних напрямів, визначати цілі та потрібні ресурси, планувати роботи, організовувати роботу колективу виконавців, здійснювати захист інтелектуальної власності
РН.15	Проектувати нові матеріали, розробляти, досліджувати та використовувати фізичні та математичні моделі матеріалів та процесів
РН.17	Розв'язувати прикладні задачі виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів та виробів
РН.24	Аналізувати та прогнозувати характер стійкості та руйнування матеріалів .

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

Дисципліна є **базовою** для таких дисциплін:

«Матеріалознавство та інженерія покриття», «Тонкоплівкове матеріалознавство», «Електронна мікроскопія», «Фізика металів», «Фізичне матеріалознавство», «Сучасні експериментальні методики фізичного матеріалознавства, НДРС».

В свою чергу, вона базується на курсах: Фізика, Вища математика, Хімія, Кристалографія, кристалохімія та мінералогія, Металознавство та термічна обробка металів, Діагностика і методи структурного аналізу матеріалів, Методи рентгенографії - 1 та ряду інших..

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Біоматеріали, їх функції та вимоги до них.

Тема 1.1 Класифікація біоматеріалів за їх дією на живий організм.

Тема 1.2 Металеві біомедичні матеріали

Тема 1.3 Матеріали на основі гідроксиапатиту

Тема 1.4 Біосумісні полімери

Тема 1.5 Матеріали з ефектом пам'яті форми

Тема 1.6 Загальна характеристика методів модифікації поверхні імплантів

Розділ 2. Створення біосумісних та біоінертних покриттів на імплантатах.

Тема 2.1 , Властивості вуглецевих нанотрубок та методи їх одержання

Тема 2.2 Основи створення функціональних покриттів методом електроіскрового легування

Тема 2.3 Створення композиційних біосумісних покриттів, зміцнених вуглецевими нанотрубками

Тема 2.4 Створення функціональних покриттів на сплавах заліза методом лазерного легування

Тема 2.5 Дослідження біоінертних покриттів із застосуванням радіоактивних ізотопів.

Тема 2.6 Модифікація поверхні імплантатів іонно-плазмовою обробкою

Залік

4. Навчальні матеріали та ресурси

Рекомендована література

Базова

1. Біосумісні матеріали для медичних виробів: навч. Посіб./І.В. Уварова, В.Б. Максименко. - К.: КіМ, 2013, 232 с. - Бібліогр.: 230-231 с.
2. Сплави з особливими властивостями: Навч. посібник/ Дурягіна З. А., Лизун О. Я., Пілюшенко В. Л. – Львів: Вид-во Національного університету “Львівська політехніка”, 2007. – 236 с.
3. Ashby M.F. Materials Selection in Mechanical Design. – Pergamon Press, 1992.
4. Biomedical Materials/ ed. By R. Narayan. - Springer Science+Business Media: LLC, 2009. - 569 p.
5. Лясникова А.В. Биосовместимые материалы в дентальной имплантологии: учеб.пособие / А.В. Лясникова, Г.А. Воложин; под ред. проф. Н.В. Бекренева. – Саратов: Саратов.гос.техн.ун-т, 2006. 124с.
6. Галимов Э.Р. Полимерные материалы в биомедицинской технике / Э.Р. Галимов, В.М. Солдаткин, А.Г. Исмаилова и др. – Учеб.пособие. Казань: Изд-во Казан.гос.техн.ун-та, 2003. 242 с.
7. Колесов С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебник для вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2007. - 535 с.

Допоміжна

8. Штильман М.И. Полимеры медико-биологического назначения.– М.: ИКЦ, Академкнига, 2006. – 400 с.
9. Вихров С.П., Холомина Т.А., Бегун П.И., Афонин П.Н., Биомедицинское материаловедение.-М.: Горячая линия-Телеком, 2006 – 383 с.
10. Аронов А.М., Пичугин В.Ф., Твердохлебов С.И. Методические основы разработки и организации производства медицинских изделий. – Томск: Издательство «Ветер», 2007 . – 334 с.

11. Неверов А. С. Коррозия и защита материалов : учеб. пособие / А. С. Неверов, Д. А. Родченко, М. И. Цырлин. - Минск : Высшэйшая школа, 2007. - 222 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекція 1. Біоматеріали, їх функції та вимоги до них. Загальні відомості Класифікація біоматеріалів за їх дією на живий організм. Вимоги до біоматеріалів. Біосумісність . Засоби вимірювання біосумісності

Лекція 2 .Тема 1.2. Металеві біомедичні матеріали. Застосування сталей в медицині
Сплави на основі титану. Корозійна стійкість титану. Деформовані титанові сплави.

Лекція 3 Тема 1.2. Металеві біомедичні матеріали. Нержавіючі сталі. Сплави на основі кобальту.
Сплави на основі цирконію. Сплави на основі танталу та ніобію.

Лекція 4 Біоінертні керамічні матеріали. Види кераміки. Компактна кераміка на основі оксидів алюмінію і цирконію. Застосування кераміки на основі сапфіру. Біоскло і біоситали

Лекція 5 Матеріали на основі гідроксиапатиту. Властивості і застосування гідроксиапатиту.
Кістковий цемент. Властивості і застосування гідроксиапатиту

Лекція 6 Біосумісні полімери. Класифікація полімрів. Найважливіші полімери

Лекція 8 Матеріали з ефектом пам'яті форми. Інтелектуальні матеріали. Матеріали з ЕПФ.
Механізм формовідтворення. Різновиди матеріалів з ЕПФ. Використання матеріалів з ЕПФ.
Інтелектуальні матеріали

Лекція 9 Загальна характеристика методів модифікації поверхні імплантів

Хіміко-термічна обробка. Механічна обробка:шліфування, полірування піскоструменева обробка, дробоструменева обробка.

Лекція10 Структура, властивості вуглецевих нанотрубок та методи їх одержання для формування покриттів з гідроксиапатиту.. Метод дугового розряду. Лазерна абляція. CVD-методи. Зародження ВНТ на наночастинках металу

Лекція 11 Створення композиційних біосумісних покриттів, зміцнених вуглецевими нанотрубками на сплавах титану. Модернізація установки іонно-плазмового напилення. Використання різних робочих газів: ацетилен, аргон, кисень, азот. Розробка лабораторної технології вирощування вуглецевих нанотрубок. Кількісна обробка зображень підкладок з каталітичними центрами

Лекція 12 Дослідження отриманих ВНТ в растровому мікроскопі. Опис результатів дослідження. Розробка лабораторної технології створення композиційних покриттів з ВНТ та гідроксиапатиту. Властивості композиційних покриттів з ГКА.

Лекція 13 Основи створення функціональних покриттів методом електроіскрового легування. Основні закономірності формування легованого шару (ЛШ). Вплив міжелектродного середовища, матеріалу легуючих електродів та енергії електричного розряду на процеси ерозії аноду. Міцність зв'язку перенесеного матеріалу з матеріалом основи

Лекція 14 Створення функціональних покриттів на сплавах заліза методом лазерного легування. Розрахунок температурних полів в ЗЛД при лазерному легуванні сплавів заліза. Формування структури, фазового складу і властивостей в приповерхневих шарах при лазерному легуванні сплавів заліза з твердих обмазок

Лекція 15 Дослідження зон лазерного легування електронномікроскопічним

методом. Мікрорентгеноспектральне дослідження зон лазерної дії. Вплив режимів лазерної обробки на структуру легованого шару.

Лекція 16 Модифікація поверхні імплантатів іонно-плазмовою обробкою. Іонне азотування та нітроцементация.

Лекція 17 Дослідження біоінертних покриттів із застосуванням радіоактивних ізотопів.

Лекція 18 Залік

Практичні заняття

Не передбачені

Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять з курсу Біомедичне матеріалознавство полягають у поглибленні теоретичних знань з дисципліни та набутті студентами уміння самостійно виконувати експерименти із застосуванням відповідного обладнання; умінні обирати необхідні методи створення та формування біосумісних матеріалів, освоєння відповідного обладнання для проведення досліджень матеріалів на основі їх класифікаційних ознак; засвоєння принципу роботи обладнання.

1	Тема роботи: Вступне заняття. Мета роботи: Техніка безпеки під час роботи у фізичних лабораторіях високоенергетичної обробки, електронної мікроскопії, рентгеноструктурного аналізу. Дозиметрія та захист від рентгенівського випромінювання. Завдання на СРС. Підготувати протокол. Опанувати теоретичні відомості. Виконати необхідні розрахунки Сформулювати висновки.	2
2	Тема роботи: Створення покриттів. Мета роботи: Нанесення біоінертних покриттів методом лазерного легування	2
3	Тема роботи: Створення покриттів. Мета роботи: нанесення біоінертних покриттів на сталях методом ЕІЛ	2
4	Тема роботи: Створення покриттів. Мета роботи: Іонно-плазмові методи створення біопокриттів.при дифузійному насиченні сплавів азотом і вуглецем.	2
5	Тема роботи: Створення покриттів. Мета роботи: нанесення біоінертних покриттів комбінованими методами ЕІЛ і лазерного легування.	2
6	Тема роботи: Створення покриттів.Мета роботи: Дробоструменева обробка імплантатів для створення розвинутої поверхні з необхідною шорсткістю	2
7	Тема роботи: Створення покриттів. Мета роботи. Створення вуглецевих нанотрубок на поверхні титанових сплавів	2
8	Тема роботи: Створення покриттів. Мета роботи: Створення біосумісних покриттів на основі гідроксиапатиту з використанням вуглецевих нанотрубок.	2
9	Залікове заняття	2

6. Самостійна робота студента

Вид самостійної роботи студента	Кількість робіт	Норма часу на роботу, год.	Термін часу, год.
Засвоєння додаткових питань до лекцій	27	0,25	6,75
Підготовка до практичних робіт та опрацювання результатів	18	0.25	4.5
Підготовка до лабораторних робіт та опрацювання результатів	36	0,25	9
Підготовка до МКР	1		11,75
Підготовка до заліку	1	10	10
		Всього	42

Протягом семестру студентам пропонується опанувати частину матеріалу (більш поглиблено) під час виконання СРС.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

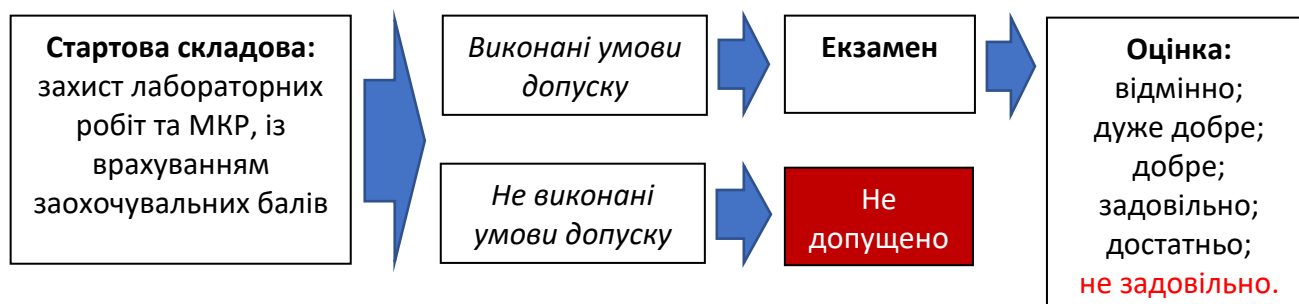
1. Пропущене лекційне заняття необхідно продивитись за допомогою запису ZOOM, законспектувати основні положення.).
4. Користуватися мобільними телефонами під час складання екзамену не дозволяється.
5. До екзамену допускаються студенти, які виконали усі лабораторні завдання та здали модульну контрольну роботу.

У разі великої кількості пропусків, невчасного виконання навчального плану та написання контрольних робіт, студента може бути не допущено до екзамену.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше за посиланням: <https://kpi.ua/code>

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

Оцінювання результатів навчання студентів відбувається за схемою:



Контрольні заходи:

1. Поточний контроль: виконання лабораторних робіт.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.
3. Семестровий контроль: залік.

Таблиця видів контролю та максимальної кількості балів за них.

Вид контролю	Кількість	Максимальна кількість балів на 1	Максимальна кількість балів
Виконання лабораторних робіт	18	4	72
Залік	1	40	28

Всього	100
---------------	------------

Оцінювання виконання практичних / лабораторних завдань:

Критерії	Бали
до виконаного завдання немає зауважень, дані правильні відповіді при перевірці	4/2
є не принципові зауваження до виконаного завдання/або дані відповіді з помилками при перевірці	3/1
є принципові зауваження до виконаного завдання/або не дані відповіді (дані неправильні) при перевірці	робота не здана
несвоєчасний захист роботи	-1

Умовою допуску до заліку є виконання всіх лабораторних робіт, та сумарний семестровий рейтинг більше 35 балів. Семестровий рейтинг можна підвищити за рахунок заохочувальних балів (максимум на 6) шляхом виконання додаткових індивідуальних завдань (видає викладач). На заліку слухачу необхідно дати розгорнуті відповіді на 2 питання, кожне з яких оцінюється за наступними критеріями:

Критерії	Бали
правильна відповідь, можливо з несуттєвими зауваженнями, повнота відповіді більша 90%	28
є не принципові зауваження, повнота відповіді більша 75%	18
є принципові зауваження, але можна вважати що суть питання розкрита, повнота відповіді не менша 60%	6
суть питання не розкрита та/або повнота відповіді менша 60%	0
не перше перескладання	-1

У випадку коли сумарна оцінка за екзамен менше 24 балів, екзамен вважається не зданим, при цьому бали не нараховуються. Для перескладання екзамену є дві додаткові спроби.

Отриманні слухачем рейтингові бали переводять в університетські оцінки за 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. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

У освітньому компоненті “Біомедичне матеріалознавство” денної форми навчання

бали за рейтинговою системою проставляються у Кампусі в розділі Поточний контроль, результати атестації в розділі Атестація. Екзаменаційна відомість створюється і заповнюється в Кампусі, доступ до неї існує упродовж дня екзамену (виправлення і пересдача наступного дня не допускаються).

Для покращення сприйняття матеріалу, протягом аудиторних занять демонструється максимальна кількість прикладів створення та дослідження різноманітних біосумісних матеріалів, а також результати сучасних експериментальних досліджень у вигляді презентацій.

Для заочної форми навчання протягом лекційних занять передбачається більш детальний опис теоретичного матеріалу, який студенти повинні засвоїти самостійно.

Засоби змішаного навчання. При вивченні даної дисципліни студенти повинні самостійно пройти комп'ютерне тестування для перевірки своїх знань при підготовці до модульної контрольної роботи.

Для студентів заочної форми навчання вся можлива наочна інформація та комплект інших навчально-методичних матеріалів, включно із завданнями для самостійного виконання буде надсилатися на адресу електронної пошти групи та у Telegram .

Спілкування з викладачем через Telegram та Viber.

Перелік запитань до контрольних робіт та семестрового контролю наведено в Додатках.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: доцентом кафедри фізики металів, к.т.н., Іващенко Євгеном Вадимовичем та доцентом кафедри фізики металів, к.т.н., Лобачовою Галиною Геннадіївною

Ухвалено кафедрою кафедру фізичного матеріалознавства та термічної обробки (протокол №12 від 22.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № 12/23 від 28.06.2023 р.)

ДОДАТОК А

Перелік питань, що виносяться на семестровий контроль

- 1. Нанесення біосумісних покриттів методом лазерного легування
- 2. Створення біосумісних покриттів на основі гідроксиапатиту з використанням вуглецевих нанотрубок.
- 3. Створення біоенергетичних покриттів на сталях методом ЕІЛ
- 4. Випробування біоенергетичних покриттів на хімічну стійкість в різних середовищах
- 5. Створення вуглецевих нанотрубок на поверхні титанових сплавів що використовуються для виготовлення імплантатів
- 6. Створення біосумісних покриттів методами іонно – плазмової обробки
- 7. Дробоструменева обробка імплантатів для створення розвинутої поверхні з необхідною шорсткістю.
- 8. Створення розвинутої поверхні з необхідною шорсткістю методом ЕІЛ.
- 9. Створення зміцненого покриття на різучих кромках хірургічного інструменту методом ЕІЛ. (скальпелі, пилки, долото, свердла)
- 10. Створення зміцнених шорстких покриттів на кромках медичних інструментів –тримачів голок, пінцетів та ін.
- 11. Іонно-плазмова зміцнююча обробка медичних інструментів, що працюють в умовах пружних навантажень.
- 12. Рентгеноструктурний аналіз біосумісних та біоенергетичних покриттів для імплантатів.

- 13. Дослідження структури біосумісних покриттів методом мікрорентгеноспектрального аналізу.
- 14. Дослідження структури біосумісних покриттів методом растрового електронномікроскопічного аналізу.
 - 15. Біоматеріали, їх функції та вимоги до них.
 - 16. Класифікація біоматеріалів за їх дією на живий організм.
 - 17. Металеві біомедичні матеріали
 - 18. Матеріали на основі гідроксиапатиту
 - 19. Біосумісні полімери
 - 20. Матеріали з ефектом пам'яті форми
 - 21. Загальна характеристика методів модифікації поверхні імплантів
 - 22. Створення біосумісних та біоінертних покриттів на імплантатах.
 - 23. Властивості вуглецевих нанотрубок та методи їх одержання
 - 24. Основи створення функціональних покриттів методом електроіскрового легування
 - 25. Створення композиційних біосумісних покриттів, зміцнених вуглецевими нанотрубками
 - 26. Створення функціональних покриттів на сплавах заліза методом лазерного легування
 - 27. Металеві матеріали для стоматологічних імплантів
 - 28. Фізіологічні процеси на поверхні імплантата у живому організмі.
 - 29. Модифікація поверхні імплантів іонно-плазмовою обробкою
 - 30. Біоміметичний метод формування кальцій – фосфатних покриттів

<https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=246461>