



БІОМЕДИЧНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія ¹</i>
Спеціальність	<i>132 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Матеріалознавство</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS (120 год.), Лекції – 18 год, Лабораторні - 18, СРС - 84</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</i>
Розклад занять	https://Rozklad.kpi.ua
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекції : Іващенко Є.В., к.т.н., доцент, Лабораторні: : Іващенко Є.В., к.т.н., доцент, (096) 875 5778, Telegram та Viber, ivashchenkoe@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>Moodle, https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=3528</i>

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: це 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 їх використання.

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, кісткової хірургії, офтальмології, зуболікарській техніці, при заміщенні м'яких тканин, обробці ран і опіків, при виготовленні шовних матеріалів що розсмоктуються.

Навчальна дисципліна належить до переліку вибіркових дисциплін циклу професійної підготовки освітньої програми другого рівня вищої освіти – магістра з матеріалознавства.

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 проектами.
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 виробі (або у виробничих умовах)
СК.10	Здатність організовувати та здійснювати комплексні випробування матеріалів і виробів
СК.12	Здатність розробляти та реалізовувати проекти в сфері матеріалознавства, а також дотичні до неї міждисциплінарні проекти
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 проекти 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 базується на курсах бакалаврської підготовки по спеціальності Матеріалознавство: «Фізичні властивості та методи дослідження», «Методи структурного аналізу матеріалів», «Діагностика та дефектоскопія», «Основи теорії корозії та захисту металів».

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

Розділ 2. Створення біосумісних та біоінертних покриттів на імплантатах.

Тема 2.1 Модифікація поверхні імплантатів іонно-плазмовою обробкою

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

Залік

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Біосумісні матеріали для медичних виробів: навч. Посіб./І.В. Уварова, В.Б. Максименко. - К.: КІМ, 2013, 232 с. - Бібліогр.: 230-231 с.
2. Біоматеріали: конспект лекцій з дисципліни «Біоматеріали» для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 163 – Біомедична інженерія, освітньої програми «Біомедична інженерія» / уклад. І. М. Олійник. Маріуполь : ДВНЗ «ПДТУ», 2019. - 39 с.
3. Біоматеріали та покриття : навчальний посібник / Л. Ф. Суходуб. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 300 с

Допоміжна

4. 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.
5. Матеріалознавство та конструкційні матеріали. Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 163 «Біомедична інженерія», для всіх спеціалізацій / І. Ю. Худецький, К. В. Ляпіна, Ю. В. Антонова-Рафі; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 6,19 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 147 с.
6. Мельник О.С., Якименко Ю. Біомедичні матеріали: Навч. посібник. – К.: НТУУ «КПІ», 2000.-228 с.
7. Національний стандарт України ДСТУ 3627:2005. Вироби медичні. Розроблення і ставлення на виробництво. Основні положення. – Київ. – 2005

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 полімерів. Найважливіші полімери
 Лекція 7 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 Залік.

Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять з курсу Біомедичне матеріалознавство полягають у поглибленні теоретичних знань з дисципліни та набутті студентами умінь самостійно виконувати експерименти із застосуванням відповідного обладнання; умінь 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. Література: [1], [2], [4].	2
2	Мета роботи: Освоєння методики створення біосумісних покриттів з використанням лазерного легування. Завдання на СРС Підготувати протокол. Опанувати теоретичні відомості. Виконати необхідні розрахунки Сформулювати висновки. Література: [1], [2], [4].	2
3	Мета роботи: Створення біоінертних покриттів на сталях методом ЕІЛ Завдання на СРС Підготувати протокол. Опанувати теоретичні відомості. Виконати необхідні розрахунки Сформулювати висновки. Література: [2], [3], [4].	2
4	Мета роботи: Освоєння методики створення біосумісних покриттів з використанням комбінованих методів ЕІЛ і іонного азотування Завдання на СРС. Підготувати протокол. Опанувати теоретичні відомості. Виконати необхідні розрахунки Сформулювати висновки. Література: [1], [2], [4].	2
5	Мета роботи: Тема роботи: Створення біоінертних покриттів комбінованими методами ЕІЛ і лазерного легування. 1 частина. Завдання на СРС Підготувати протокол. Опанувати теоретичні відомості. Виконати необхідні розрахунки Сформулювати висновки. Література: [2], [3], [4].	2
6	Мета роботи: Тема роботи: Створення біоінертних покриттів комбінованими методами ЕІЛ і лазерного легування. 2 частина. Завдання на СРС Підготувати протокол. Опанувати теоретичні відомості. Виконати необхідні розрахунки Сформулювати висновки. Література: [2], [3], [4].	2

7	. Мета роботи: Створення біосумісних покриттів на основі гідроксиапатиту з використанням вуглецевих нанотрубок. Завдання на СРС Підготувати протокол. Опанувати теоретичні відомості. Виконати необхідні розрахунки Сформулювати висновки. Література: [1.], [2], [4].	2
8	Мета роботи: Освоєння методики створення біосумісних покриттів з використанням електроіскрового легування та дробоструменевої обробки.. Завдання на СРС Підготувати протокол. Опанувати теоретичні відомості. Виконати необхідні розрахунки Сформулювати висновки. Література: [2], [3], [4].	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.).
2. У разі пропуску практичних занять необхідно попередити викладача і дізнатись про шляхи відпрацювання. Допускається використання власних ноутбуків. У разі дистанційного навчання, студент повинен забезпечити себе персональним комп'ютером з доступом до інтернету.
3. У разі спізнення на пару, студенту необхідно, не заважаючи іншим, зайти в клас, зайняти своє місце. Користуватись мобільним телефоном можна тільки з дозволу викладача. Звук мобільного телефона повинен бути вимкнений. У разі важливих вхідних дзвінків необхідно спитати дозволу викладача, вийти в коридор і провести розмову там.
4. Користуватися мобільними телефонами під час складання екзамену не дозволяється.
5. До екзамену допускаються студенти, які виконали усі практичні завдання та здали модульну контрольну роботу.

У разі великої кількості пропусків, невчасного виконання навчального плану з практичних робіт 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 практичних завдань, лабораторних робіт.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
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 практичних завдань	9	4	36
Виконання лабораторних робіт	18	2	36
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 екзамену є виконання всіх практичних та 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 екзамені слухачу необхідно дати розгорнуті відповіді на 4 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 ФМТО, к.т.н., Іващенко Євгеном Вадимовичем та доцентом кафедри ФМТО, к.т.н., Лобачовою Галиною Геннадіївною

Ухвалено кафедрою Фізичного матеріалознавства та термічної обробки НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № 32 від 21 червня 2024 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № 12 від 28 червня 2024 р.)

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 EIL
- 4. Створення вуглецевих нанотрубок на поверхні титанових сплавів що використовуються для виготовлення імплантатів
- 5. Створення біосумісних покриттів методами іонно – плазмової обробки
- 6. Дробоструменева обробка імплантатів для створення розвинутої поверхні з необхідною шорсткістю.
- 7. Іонно-плазмова зміцнююча обробка медичних інструментів, що працюють в умовах пружних навантажень.
- 8. Рентгеноструктурний аналіз біосумісних та біоенергетичних покриттів для імплантатів.
- 9. Біоматеріали, їх функції та вимоги до них.
 - 10. Класифікація біоматеріалів за їх дією на живий організм.
 - 11. Металеві біомедичні матеріали
 - 12. Матеріали на основі гідроксиапатиту
 - 13. Біосумісні полімери
 - 14. Матеріали з ефектом пам'яті форми
 - 15. Загальна характеристика методів модифікації поверхні імплантів
 - 16. Створення біосумісних та біоінертних покриттів на імплантатах.
 - 17. Властивості вуглецевих нанотрубок та методи їх одержання
 - 18. Основи створення функціональних покриттів методом електроіскрового легування
 - 19. Створення композиційних біосумісних покриттів, зміцнених вуглецевими нанотрубками
 - 20. Створення функціональних покриттів на сплавах заліза методом лазерного легування
 - 21. Металеві матеріали для стоматологічних імплантатів
 - 22. Фізіологічні процеси на поверхні імплантата у живому організмі.
 - 23. Модифікація поверхні імплантатів іонно-плазмовою обробкою