

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

**Національний університет «Запорізька політехніка»**

(повне найменування закладу вищої освіти)

**Кафедра «Радіотехніка та телекомунікації»**

(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)



**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Перший проректор  
Прушківський В.Г.

*першого* 2020 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ППН 01 Біомедичні матеріали та конструкції**

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»  
(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Телемедичні та біомедичні системи  
(назва освітньої програми (спеціалізації))

інститут Інформатики та радіоелектроніки  
(найменування інституту)

факультет Радіоелектроніки та телекомунікацій  
(найменування факультету)

мова навчання Українська

2020 рік

Робоча програма з дисципліни «**Біомедичні матеріали та конструкції**» для студентів

спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»,

освітня програма (спеціалізація) «Телемедичні та біомедичні системи»  
(назва освітньої програми (спеціалізації))

« 28 » лютого , 2020 року – 13 с.

Розробники: **Шаломєєв Вадим Анатолійович**, професор кафедри Радіотехніки та телекомунікацій, д.т.н., професор.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри Радіотехніки та телекомунікацій


Протокол від « 21 » лютого 2020 року № 7

Завідувач кафедри Радіотехніки та телекомунікацій  
(найменування кафедри)

« 24 » лютого 2020 року  (Морщавка С.В.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією факультету РЕТ за спеціальністю **172 «Телекомунікації та радіотехніка»**

Протокол від « 27 » лютого 2020 року № 6

« 28 » лютого 2020 року Голова  (Кабак В.С.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ 2020 рік

## 1 Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації	обов'язкова	
Модулів – 2	Спеціальність, освітня програма 172 Телекомунікації та радіотехніка ОПП « <u>Телемедичні та біомедичні системи</u> »	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 2		1-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ <small>(назва)</small>		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин – 150		1-й	1-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 6	Освітній ступінь: Другий (магістерський)	<b>Лекції</b>	
		30 год.	6 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		-	-
		<b>Лабораторні</b>	
		30 год.	6 год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		90 год.	138 год.
<b>Індивідуальні завдання:</b>			
-			
Вид контролю: іспит			

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання –60/90;

для заочної форми навчання –12/138.

## 2 Мета навчальної дисципліни

**Мета:** ознайомлення з сучасними матеріалами біомедичного застосування, вивчення їх основних характеристик, взаємозв'язку між структурою та властивостями матеріалів, призначення матеріалів та способів отримання оптимальних властивостей.

**Завдання:** вивчити основні біомедичні матеріали, їх прозначення та характеристики. Встановити якісні і кількісні залежності між складом, будовою і властивостями матеріалів. Вивчити теорію і практику структуроутворення в матеріалах під впливом різних технологічних факторів. Ознайомитися з основними групами сучасних біосумісних матеріалів, властивостями та галузями використання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати

### **загальні компетентності:**

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК6. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК8. Здатність вільно володіти державною та спілкуватися іноземною мовами.

ЗК10. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК11. Здатність працювати як автономно, так і в команді.

Знати і розуміти різні підходи і методи системного аналізу при виборі матеріалів біомедичного призначення.

Вміти впроваджувати основні методи наукового пізнання в сфері біотехнологій.

Знати і розуміти різні підходи і методи вирішення професійних завдань.

Вміти застосовувати різні технології для вирішення професійних завдань.

Знати, розуміти і оцінювати рівень відповідності застосовуваних біоматеріалів пропонованим до них вимогам.

Вміти використовувати сучасні технології як інструмент для досліджень, розробок і оцінки при виготовленні імплантатів.

### **фахові компетентності:**

СКС 4. Здатність здійснення вибору і підготовки біосумісних матеріалів відповідно до умов їх експлуатації, планування і розробки експерименту, обмін знаннями і взаємодія в групі з інженерно-технічним та медичним персоналом.

Знати характеристики біосумісних і біорезорбційних матеріалів.

Вміти правильно застосовувати матеріали біомедичного призначення відповідно до вимог, що пред'являються до них.

Знати типи і властивості полімерів, керамічних і вуглецевих біоматеріалів.

Вміти правильно застосовувати неметалеві біоматеріали для виготовлення імплантатів залежно від їх призначення.

Знати фізичні і механічні властивості металевих біоматеріалів, їх атомно-електронну будову, взаємозв'язок між структурою і властивостями.

Вміти контролювати структуру металевих сплавів, отримувати задані властивості біоматеріалів і застосовувати їх на практиці.

#### **очікувані програмні результати навчання:**

PH8. Спілкуватися іноземною мовою, усно і письмово при презентації та обговоренні результатів професійної діяльності, досліджень і проєктів у сфері телекомунікацій та радіотехніки, пошуку і аналізі науково-технічної інформації.

PH15. Знати фізико-механічні властивості біоматеріалів та методи управління їх структурою і властивостями, термінологію, основні поняття і визначення матеріалознавства, фізичні основи перспективних технологій, включаючи нанотехнології, методи аналізу і дослідження біосумісності. Вміти проводити основні фізико-механічні випробування біоматеріалів, знати можливості використання лабораторного обладнання та аналізувати результати досліджень.

### **3 Програма навчальної дисципліни**

**Змістовий модуль 1. Матеріали біомедичного застосування, їх характеристики, особливості застосування. Закономірності формування структури металевих матеріалів.**

**Тема 1.** Вступ. Матеріали біологічного застосування. Основні характеристики біоматеріалів. Призначення та вимоги до біоматеріалів.

Ознайомлення з матеріалами біологічного застосування. Вивчення основних характеристик та вимог до біоматеріалів, їх застосування в різних галузях медицини.

**Тема 2.** Натуральні та штучні полімери. Їх використання в медицині.

Вивчення різних видів полімерів, їх характеристики та використання в медицині.

**Тема 3.** Керамічні та вуглецеві біоматеріали. Основні типи та призначення.

Вивчення керамічних та вуглецевих біоматеріалів, їх основні типи, властивості та призначення.

**Тема 4.** Класифікація металевих біоматеріалів. Атомно-кристалічна структура металів.

Вивчення класифікації металевих біоматеріалів. Знання атомно-кристалічної структури металів, типів кристалічних ґраток. Поліморфізм. Дефекти кристалічної будови.

**Тема 5.** Теорія сплавів. Фази в металевих сплавах, подвійні діаграми стану.

Основи теорії сплавів. Знання фаз металевих сплавів та основних діаграм стану. Кристалізація. Основні параметри кристалізації. Гомогенна та гетерогенна кристалізація. Фази в металевих сплавах. Подвійні діаграми стану.

## **Змістовий модуль 2. Залізо та сплави на його основі. Деформація сплавів. Теорія та технологія термічної обробки. Кольорові біосумісні та біорозчинні матеріали.**

### **Тема 6. Деформація сплавів та теорія термічної обробки.**

Вивчення видів деформації сплавів та її вплив на властивості металу. Пружна та пластична деформація. Механізми зсуву при пластичній деформації. Структура та властивості холоднодеформованого металу. Вплив нагрівання на структуру та властивості холоднодеформованого металу. Холодна та гаряча деформація.

Основи теорії термічної обробки. Критичні точки сталі. Перетворення в сталях при нагріванні. Ріст зерна аустеніту при нагріванні. Спадково крупно- та дрібнозернисті сталі. Перетворення переохолодженого аустеніту (діаграма ізотермічного розпаду переохолодженого аустеніту). Перлітне перетворення (перліт, сорбіт, троостит).

Мартенситне перетворення, його особливості. Морфологічні форми мартенситу. Зміна властивостей сталей при утворенні мартенситу. Загартовуваність та прогартовуваність сталі. Бейнітне (проміжне) перетворення.

Перетворення при нагріванні в сталях, загартованих на мартенсит (перетворення при відпуску). Вплив температури відпускання на властивості сталі.

### **Тема 7. Сплави на основі заліза, контроль їх структури та властивостей.**

Знання сплавів на основі заліза. Вивчення способів контролю їх структури та властивостей. Фази в легованих сталях. Вплив легувальних елементів на поліморфізм заліза. Вплив легувальних елементів на структуру та властивості сталей. Класифікація та маркування легованих сталей.

Конструкційні леговані сталі. Основні групи (особливості хімічного складу, термічна обробка, структура та властивості).

### **Тема 8. Кобальтові та титанові сплави. Їх характеристики та застосування.**

Вивчення характеристик та застосування сплавів кобальту та титану. Їх основні характеристики та структура.

### **Тема 9. Біорозчинні сплави. Особливості їх виробництва та застосування.**

Знання поняття "біорозчинність". Вивчення характеристик виробництва та застосування біорозчинних матеріалів. Сучасні біорозчинні сплави для остеосинтезу.

## **4 Структура навчальної дисципліни**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
лк		пр	лаб	інд	с.р.	лк		пр	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Матеріали біомедичного застосування, їх характеристики, особливості застосування. Закономірності формування структури металевих матеріалів.</b>												

<b>Тема 1.</b> Вступ. Матеріали біологічного застосування. Основні характеристики біоматеріалів. Призначення та вимоги до біоматеріалів.	10	2	-	2	-	6	14	2		2		10
<b>Тема 2.</b> Натуральні та штучні полімери. Їх використання в медицині	10	2	-	2	-	6	16	-	-	-	-	16
<b>Тема 3.</b> Керамічні та вуглецеві біоматеріали. Основні типи та призначення.	16	2	-	4	-	10	12	-	-	-	-	12
<b>Тема 4.</b> Класифікація металевих біоматеріалів. Атомно-кристалічна структура металів.	34	8	-	4	-	18	14	2	-	2	-	10
<b>Тема 5.</b> Теорія сплавів. Фази в металевих сплавах, подвійні діаграми стану.	18	4	-	4	-	10	16	-	-	-	-	16
Разом за змістовим модулем 1	84	18	-	16	-	50	72	4	-	4	-	64
<b>Змістовий модуль 2.</b> Залізо та сплави на його основі. Деформація сплавів. Теорія та технологія термічної обробки. Кольорові біосумісні та біорозчинні матеріали.												

<b>Тема 6.</b> Деформація сплавів та теорія термічної обробки.	28	4	-	6	-	18	22	-	-	-	-	22
<b>Тема 7.</b> Сплави на основі заліза, контроль їх структури та властивостей.	18	4	-	4	-	10	20	-	-	-	-	20
<b>Тема 8.</b> Кобальтові та титанові сплави. Їх характеристики та застосування.	10	2	-	2	-	6	20	-	-	-	-	20
<b>Тема 9.</b> Біорозчинні сплави. Особливості їх виробництва та застосування.	10	2	-	2	-	6	16	2	-	2	-	12
Разом за змістовим модулем 2	66	12	-	14	-	40	78	2	-	2	-	74
<b>Усього годин</b>	150	30	-	30	-	90	150	6	-	6	-	138
<b>Модуль 2</b>												
ІНДЗ			-	-		-			-	-	-	
<b>Усього годин</b>												

### 5 Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	-	-
2		
...		



### 6 Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження основних характеристик, призначення та вимоги до матеріалів біологічного застосування.	2
2	Дослідження механічних характеристик та призначення натуральних і штучних полімерів.	2
3	Вивчення властивостей та призначення керамічних та вуглецевих біоматеріалів.	4
4	Металевибіоматеріали. Класифікація, атомно-кристалічна структура.	4
5	Вивчення фаз в металевих сплавах. Подвійні діаграми стану.	4
6	Вивчення механізмів деформації металевих сплавів. Основні принципи термічної обробки.	6
7	Дослідження можливостей контролю структури та властивостей сплавів на основі заліза.	4
8	Вивчення основних характеристик та застосування кобальтових і титанових сплавів.	2
9	Дослідження особливостей виробництва та застосування біорозчинних сплавів.	2
	Усього	30

### 7 Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Використання біосумісних матеріалів та конструкцій для штучних органів людини	4/6
2	Будова натуральних та штучних полімерів. Їх структура та властивості.	5/7
3	Будова керамічних та вуглецевих матеріалів. Особливості їх використання в медицині.	3/5
4	Кристалічна будова речовини. Елементарна комірка, її геометричні константи. Основні типи кристалічних ґраток (ОЦК, ГЦК, ГЦП). Поліморфізм (алотропія) металів. Дефекти кристалічної будови металів (точкові, лінійні, поверхневі).	5/7
5	Кристалізація. Основні параметри кристалізації. Гомогенна та гетерогенна кристалізація.	4/6
6	Подвійні діаграми стану. Подвійні діаграми стану сплавів з необмеженою розчинністю компонентів в	6/8

	твердому стані та обмеженою (з евтектикою, перитектикою, хімічною сполукою, із поліморфними перетвореннями). Правило фаз. Правило відрізків.	
7	Пружна та пластична деформація. Механізми зсуву при пластичній деформації (ковзання, двійникування). Структура та властивості холоднодеформованого металу. Вплив нагрівання на структуру та властивості холоднодеформованого металу (відпочинок, полігонізація, рекристалізація). Критичний ступінь деформації. Холодна та гаряча деформація.	6/9
8	Компоненти, фази та структурні складові залізо-вуглецевих сплавів. Метастабільна діаграма стану Fe-Fe <sub>3</sub> C, точки та лінії діаграми.	4/5
9	Критичні точки сталі. Перетворення в сталях при нагріванні (перетворення ферито-карбідної суміші в аустеніт). Ріст зерна аустеніту при нагріванні. Спадково крупно- та дрібнозернисті сталі. Перетворення переохолодженого аустеніту (діаграма ізотермічного (термокінетичного) розпаду переохолодженого аустеніту). Перлітне перетворення (перліт, сорбіт, троостит). Вплив різних факторів на ізотермічне перетворення аустеніту.	7/9
10	Мартенситне перетворення, його особливості. Морфологічні форми мартенситу. Зміна властивостей сталей при утворенні мартенситу. Бейнітне (проміжне) перетворення.	5/8
11	Перетворення при нагріванні в сталях, загартованих на мартенсит (перетворення при відпуску). Вплив температури відпускання на властивості сталі. Відпускна крихкість I-го та II-го роду.	6/8
12	Відпал I-го роду (гомогенізаційний, рекристалізаційний, для зняття залишкових напружень). Відпал II-го роду (повний, нормалізаційний, ізотермічний, сфероїдизаційний).	5/6
13	Гартування. Загартовуваність та прогартовуваність сталі. Способи гартування. Обробка холодом.	4/6
14	Відпуск. Види відпуску.	4/7
15	Гартування СВЧ.	2/4
16	Хіміко-термічна обробка сталі. Цементация, азотування, нітроцементация, ціанування. Дифузійна металізація.	4/6
17	Леговані сталі. Фази в легованих сталях. Карбідо- та	4/7

	некарбідоутворювачі. Вплив легувальних елементів на поліморфізм заліза. Вплив легувальних елементів на структуру та властивості сталей. Класифікація та маркування легованих сталей.	
18	Титан. Легувальні елементи в титанових сплавах: $\alpha$ -, $\beta$ -стабілізатори та нейтральні елементи. Сплави на основі титану.	3/7
19	Кобальт. Маркування кобальтових сплавів.	4/8
20	Магній. Магнієві сплави. Призначення легувальних елементів в магнієвих сплавах. Термічна обробка.	5/9
	Разом	90/138

## 8 Індивідуальні завдання

*відсутнє*

## 9 Методи навчання

- розповідь – для оповідної, описової форми розкриття навчального матеріалу;
- пояснення – для розкриття сутності певного явища, закону, процесу;
- бесіда – для усвідомлення за допомогою діалогу нових явищ, понять;
- ілюстрація – для розкриття предметів і процесів через їх символічне зображення (рисунок, схеми, графіки);
- практична робота – для використання набутих знань у розв'язанні практичних завдань;
- індуктивний метод – для вивчення явищ від одиничного до загального;
- дедуктивний метод – для вивчення навчального матеріалу від загального до окремого, одиничного;
- проблемний виклад матеріалу – для створення проблемної ситуації.

## 10 Очікувані результати навчання з дисципліни

- вміти проводити експерименти та аналізувати дані;
- розуміти будову металів, полімерів, композитів та вуглецевих матеріалів і методів управління їх властивостями. Кваліфіковано вибирати матеріали для виробів різного медичного призначення;
- знання технічних характеристик, умов роботи, застосування виробничого обладнання для обробки матеріалів та контрольно-вимірювальних приладів;
- знання основних груп біосумісних та біорозчинних матеріалів та здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретного використання;
- знання основних технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів та умов їх застосування.

## 11 Засоби оцінювання

При рубіжному контролі та екзамену враховуються усі види робіт, які виконуються студентами:

- відвідування лекцій та активна участь при вирішенні проблем;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- результати письмових відповідей на поставлені питання при рубіжних контролях;
- результати письмових відповідей при складанні екзамену.

## 12 Критерії оцінювання

Поточне тестування та самостійна робота									Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль №1					Змістовий модуль № 2					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	100	100
10	10	10	30	40	30	20	30	20		

T1, T2 ... T9 – теми змістових модулів.

## Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
85-89	<b>B</b>	добре	
75-84	<b>C</b>		
70-74	<b>D</b>	задовільно	
60-69	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## 13 Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з дисципліни «Біомедичні матеріали та конструкції» для студентів спеціальності 7(8).05050305 «Телемедичні та біомедичні системи» всіх форм навчання / Укл. В.А. Шаломєєв, Глотка О.А., Лисиця О.В. – Запоріжжя: НУ»ЗП», 2020. – 213 с.

## 14 Рекомендована література

### Базова

1. Buddy D. Ratner, Allan S. Hoffman, Frederick J. Schoen, Jack E. Lemons. *Biomaterials Science, Third Edition: An Introduction to Materials in Medicine*. Elsevier Inc. 2013, 1573 p. ISBN: 978-0-12-374626-9.
2. Joon Park, R.S. Lakes. *Biomaterials: An Introduction*. Springer, 2007, 574p., ISBN: 978-0387378794.
3. Gary E. Wnek, Gary L. Bowlin (eds.). *Encyclopedia of Biomaterials and Biomedical Engineering*. Informa Health care US AInc. 2008. Vol. 1-4., 3552p., ISBN: 978-1-4200-7953-1.
4. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. *Материаловедение*. М.: Машиностроение, 1980. 493с.
5. *Матеріалознавство: підручник [для вищих навч. закл.] / Є.Г.. Афтандіянц, О.В. Зазимко, К.Г. Лопатько*. –К.: Ліра-К, Олди-плюс, 2013. –612 с.
6. *Матеріалознавство і технологія матеріалів: підручник: [для вищих навч. закл.] / Н.В. Мережко, Н.К. Зіміна, С.О. Сіренко, О.І. Сім'ячко*. -К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2010.-352 с.

### Допоміжна

1. Lisa A. Pruitt, Ayyana M. Chakravartula. *Mechanics of Biomaterials*. Cambridge University Press, 2011, 645p., ISBN: 978-0-521-76221-2.
2. Альтман М.Б., Антипова А.П. и др. *Магниеые сплавы. Часть 1*. М.: Металлургия, 1978. 232 с.
3. Рейнор Г.В. *Металловедение магния и его сплавов*. М.: Металлургия, 1964. 487 с.

## 15 Інформаційні ресурси

1. Google Академія <http://scholar.google.com.ua/>
2. *Материаловедение и ТКМ* <http://www.twirpx.com/files/machinery/material/>