

**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 04 Біомедичні сигнали, обробка сигналів**

(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 сигнали, обробка сигналів**» для студентів

спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»,

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

« 28 » лютого , 2020 року – 10 с.

Розробники: **Морщавка Сергій Володимирович**, доцент кафедри Радіотехніки та телекомунікацій, к.т.н., доцент.

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 – 5,5	Галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації	обов'язкова	
Модулів – 2	Спеціальність, освітня програма 172 Телекомунікації та радіотехніка ОПП «Телемедичні та біомедичні системи»	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 2		1-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання  (назва)		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин – 165		1-й	1-й
		<b>Лекції</b>	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 7		30 год.	6 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		–	–
		<b>Лабораторні</b>	
		30 год.	6 год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		105 год.	153 год.
		<b>Індивідуальні завдання:</b> –	
	Вид контролю: залік		

### Примітка.

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

для денної форми навчання – 60/105;

для заочної форми навчання – 12/153.

## 2 Мета навчальної дисципліни

**Мета** надання майбутньому спеціалісту чіткого розуміння про походження та методи отримання біомедичних сигналів, методи їх обробки та візуалізації для виявлення медично значущої інформації про об'єкт досліджень.

**Завдання** надання студентам комплексу знань, необхідних для розуміння та вирішення проблем, які виникають під час отримання та обробки біомедичних сигналів від біологічних об'єктів. У процесі вивчення дисципліни у студента повинні сформуватися знання, уміння та навички, необхідні для використання сучасних методів обробки біомедичних сигналів, критичної оцінки результатів вимірювань та обробки.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати **загальні компетентності (здатності):**

- до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1);
- розуміння предметної області та розуміння та розуміння професійної діяльності (ЗК2);
- застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК3);
- оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт (ЗК6);
- вільно володіти державною та спілкуватися іноземною мовами (ЗК8);
- використовувати інформаційні та комунікаційні технології (ЗК9);
- до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК10);
- працювати як автономно, так і в команді (ЗК11).

**фахові компетентності (здатності):**

- розробляти, вдосконалювати та використовувати сучасне програмне, апаратне та програмно-апаратне забезпечення телекомунікаційних та радіотехнічних засобів та систем біомедичного призначення (СК5);
- демонструвати і використовувати знання сучасних комп'ютерних та інформаційних технологій та інструментів інженерних і наукових досліджень, розрахунків, обробки та аналізу даних, моделювання та оптимізації (СК8).

## 3 Програма навчальної дисципліни

### Змістовий модуль 1. Біомедичні сигнали та методи їх отримання

**Тема 1.** Основні характеристики біомедичних сигналів.

Природа біомедичних сигналів. Класифікація біомедичних сигналів, їх характеристики. Технічні і біологічні артефакти.

**Тема 2.** Електричні біомедичні сигнали.

Електроміографія (ЕМГ). Джерело та способи отримання електрокардіограм (ЕКГ). Моделі електрокардіографічних сигналів (ЕКГ). Джерело та способи отримання електрокардіограм (ЕЕГ). Моделі електроенцефалографічних сигналів (ЕЕГ). Характеристики артефактів в ЕЕГ, методи зменшення. Інші електричні сигнали отримані в біомедичних застосунках.

**Тема 3.** Біомедичні сигнали отримувані перетворенням фізичних величин.

Реометрія. Вимірювання пульсу та рівня оксигінації крові, фотоплетизмографія. Оптична біометрія, рефрактометрія, офтальмоскопія. Звукові біомедичні сигнали та аудіометрія.

**Тема 4.** Способи отримання та властивості біомедичних зображень.

Сонографія. Рентгенографія. Принципи комп'ютерної томографії. Математичні аспекти реконструкції зображень. Якість зображень. Гістограма яскравості зображень. Моделі шуму на зображеннях, оцінки параметрів шуму. Стандарт DICOM збереження зображень. Обробка та візуалізація даних.

## **Змістовий модуль 2. Обробка біомедичних сигналів та зображень**

**Тема 5. Цифрові фільтри, кореляційний та вейвлет аналіз біомедичних сигналів.**

Лінійні цифрові фільтри: класифікація, основні властивості. Згладжування і частотна селекція біосигналів. Диференціювання та інтегрування біосигналів. Усереднення біосигналів по ансамблю реалізацій. Фільтрація біосигналів у частотній області. Нелінійна фільтрація біосигналів: медіанний, гібридний і міріадний фільтри. Оптимальна фільтрація біосигналів: фільтр Вінера, узгоджений фільтр. Адаптивна фільтрація: основні адаптивні структури, алгоритми адаптації. Основи вейвлет-перетворення сигналів: базисні функції, основні властивості. Вейвлет-аналіз біомедичних сигналів. Кореляційні функції біосигналів, їх властивості, алгоритми обчислення, дисперсія оцінок, інтервал кореляції.

**Тема 6.** Обробка біомедичних сигналів в часовій та частотній областях.

Класифікація методів аналізу біосигналів. Аналіз біосигналів в часовій області. Непараметричні методи спектрального аналізу, періодограма. Властивості оцінок спектральної щільності, віконні функції. Параметричні моделі біосигналів. Параметричні методи спектрального аналізу біосигналів. Інші методи спектрального аналізу спектра. Застосування спектрального аналізу біомедичних сигналів. Спектральний аналіз ЕЕГ. Сегментація ЕЕГ. Спільний часово-частотний аналіз ЕЕГ.

**Тема 7.** Прикладні задачі.

Компенсація дрейфу базової лінії електрокардіограм (ЕКГ). Усунення впливу перешкод мережі живлення. Виявлення QRS-комплексів: методи з використанням похідної і шаблону. Алгоритм Пана-Томпкінса. Виявлення Р і Т хвиль.

**Тема 8.** Обробка та аналіз біомедичних зображень.

Перетворення гістограм та контрастування зображень. Основні поняття морфології і морфологічні оператори. Просторові та частотні фільтри згладжування та підвищення різкості зображень. Зменшення шуму методами просторової фільтрації: фільтри усереднення, порядкової статистики, адаптивні.

Геометричні перетворення зображень, афінні перетворення. Сегментація зображень. Алгоритми виділення контурів на зображенні.

#### 4 Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усь-ого	у тому числі					усьог-о	у тому числі				
		л	п	лаб	інд.	с.р.		л	п	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. Біомедичні сигнали та методи їх отримання</b>												
<b>Тема 1.</b> Основні характеристики біомедичних сигналів.	20	4	–	4	–	12	20,5	0,5	–	–	–	20
<b>Тема 2.</b> Електричні біомедичні сигнали.	21	4	–	4	–	13	20,5	0,5	–	1	–	19
<b>Тема 3.</b> Біомедичні сигнали отримувані перетворенням фізичних величин.	21	4	–	4	–	13	21	1	–	1	–	19
<b>Тема 4.</b> Способи отримання та властивості біомедичних зображень.	21	4	–	4	–	13	21	1	–	1	–	19
Разом за змістовим модулем 1	83	16	–	16	–	51	83	3	–	3	–	77
<b>Усього годин</b>	<b>83</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>51</b>	<b>83</b>	<b>3</b>	<b>–</b>	<b>3</b>	<b>–</b>	<b>77</b>
<b>Модуль 2</b>												
<b>Змістовий модуль 2. Обробка біомедичних сигналів та зображень</b>												
<b>Тема 5.</b> Цифрові фільтри, кореляційний та вейвлет аналіз біомедичних сигналів.	21	4	–	6	–	11	21	1	–	1	–	18
<b>Тема 6.</b> Обробка біомедичних сигналів в часовій та частотній областях.	21	4	–	4	–	13	21	1	–	1	–	19
<b>Тема 7.</b> Прикладні задачі.	20	3	–	4	–	14	20	0,5	–	1	–	18,5
<b>Тема 8.</b> Обробка та аналіз біомедичних зображень.	20	3	–	–	–	17	20	0,5	–	–	–	19,5
Разом за змістовим модулем 2	82	14	–	14	–	54	82	3	–	3	–	76
<b>Усього годин</b>	<b>82</b>	<b>14</b>	<b>–</b>	<b>14</b>	<b>–</b>	<b>54</b>	<b>82</b>	<b>3</b>	<b>–</b>	<b>3</b>	<b>–</b>	<b>76</b>
<b>Разом</b>	<b>165</b>	<b>30</b>	<b>–</b>	<b>30</b>	<b>–</b>	<b>105</b>	<b>165</b>	<b>6</b>	<b>–</b>	<b>6</b>	<b>–</b>	<b>153</b>

### 5 Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не застосовуються	
2		
...		

### 6 Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Використання Matlab для обробки сигналів	4
2	Способи отримання електрокардіограм.	4
3	Вимірювання артеріального тиску та пульсу	4
4	Способи отримання сонограм	4
5	Дослідження властивостей згортки цифрових сигналів	4
6	Спектральний аналіз біомедичних сигналів	4
7	Обробка біомедичних зображень за допомогою Matlab	6

### 7 Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Цифрові сигнали.	8
2.	Обробка цифрових сигналів.	10
3.	Нерекурсивні і рекурсивні цифрові фільтри.	9
4.	Спектральна обробка ЕЕГ-сигналів та відображення її результатів	10
5.	Побудова МР - зображень	11
6.	Артефакти МР -зображень.	9
7.	Допплерівські режими УЗД та їх основні особливості.	10
8.	Основні види УЗД-датчиків і їх особливості	9
9.	Підготовка до семінарських занять	12
10.	Підготовка до лабораторних робіт	8
11.	Підготовка до поточного контролю	7
	Разом	105

Самостійна робота студента: повторення матеріалу, засвоєного на лекціях, самостійне опанування частини теоретичного матеріалу, робота з контрольними запитаннями та завданнями. Студенти заочної форми навчання виконують контрольну роботу.

## 8 Індивідуальні завдання

Індивідуальні розрахункові завдання не використовуються.

## 9 Методи навчання

Організаційні форми навчання: лекційні заняття, лабораторні заняття, самостійна робота студентів.

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 (малюнки, схеми, графіки);
- лабораторна робота – для використання набутих знань у розв'язанні практичних завдань.

Основні методи активного навчання: дискусія, діалог.

## 10 Очікувані результати навчання з дисципліни

У результаті навчання студенти мають отримати наступні знання та вміння:

- знати способи отримання біомедичних сигналів та методи їх обробки. Вміти розробляти і реалізовувати сучасні та перспективні телекомунікаційні і радіотехнічні системи та технології біомедичного та телемедичного призначення, пристрої та їх компоненти, що використовують обробку біомедичних сигналів та інтелектуальні технології обробки даних (PH5);

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

## 11 Засоби оцінювання

Для студентів денної форми навчання: усний контроль у вигляді індивідуального та фронтального опитування на лекціях та лабораторних заняттях, захист індивідуального розрахунково-графічного завдання; письмовий контроль у вигляді індивідуального розрахунково-графічного завдання, письмових контрольних робіт, іспит.



Для студентів заочної форми навчання: усний контроль у вигляді індивідуального та фронтального опитування на лекціях та лабораторних заняттях, захист контрольної роботи; письмовий контроль у вигляді контрольної роботи, іспит.

## 12 Критерії оцінювання

Поточне тестування та самостійна робота								Сума
ЗМ 1				ЗМ 2				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	100

ЗМ1 ,ЗМ2 – змістові модулі, T1, T2 ... – теми змістових модулів.

Кожен модуль оцінюється за 100-бальною шкалою.

Під час контролю враховуються такі види робіт:

- захист лабораторних робіт (перший модуль – 2 лабораторні роботи по 12,5 балів кожна, другий модуль – 2 лабораторні роботи по 12,5 балів кожна) – усього до 50 балів;
- аудиторна контрольна робота (або тест) – до 50 балів;
- активність студента на заняттях – до 5 балів додатково.

Підсумкова оцінка визначається як середнє оцінок контролів за перший та другий модулі.

### 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.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних і самостійних робіт з дисципліни "Біомедичні сигнали, обробка сигналів" для студентів ОПП "Телемедичні та біомедичні системи" (усіх форм навчання) / Уклад.: С.В. Морщавка. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 20 с
3. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Біомедичні сигнали, обробка сигналів» для студентів для студентів ОПП "Телемедичні та біомедичні системи" / Уклад.: С.В. Морщавка. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 18 с.

### 14 Рекомендована література

#### Базова

1. Рангайян Р.М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 440с.
2. Біомедичні сигнали та їх обробка: Навч. посібник / В.Г.Абакумов, В.О.Геранін, О.І.Рибін, Й.Сватош, Ю.С.Синєкоп. - К.: ВЕК+, 1997. – 352 с.
3. Сторчун Є.В., Матвійчук Я.М. Біофізичні та математичні основи інструментальних методів медичної діагностики: Навч. посібник. Львів: Видавництво "Растр-7", 2009. – 216 с.

#### Допоміжна

1. Абакумов В.Г., Рибін О.І., Сватош Й. Біомедичні сигнали. Генезис, обробка, моніторинг. Навчальний посібник. – К.: Нора-прінт, 2001. – 516 с.
2. Цифрова обробка сигналів: навч. посібник / А.Й. Наконечний, Р.А. Наконечний, В.А. Павлиш. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. – 368 с.
3. Рудаков П.И., Сафонов И.В. Обработка сигналов и изображений. MATLAB 5.x. Под общей редакцией к.т.н. В.Г.Потемкина. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2000. – 416 с. – (Пакеты прикладных программ. Кн. 2).
4. Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. – М.: Техносфера, 2006. – 856 с

### 15 Інформаційні ресурси

1. Електронний інституційний репозитарій НУ "Запорізька політехніка"  
<http://eir.zp.edu.ua/>