

**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.

червня 2020 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ППН 03 Вбудовані біомедичні системи та бездротові  
сенсорні мережі**

(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 «**Вбудовані біомедичні системи та бездротові сенсорні мережі**» для студентів

спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»,

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

« 28 » лютого , 2020 року – 12 с.

Розробники: **Пархоменко Анжеліка Володимирівна**, доцент кафедри Програмних засобів, к.т.н., доцент;  
**Гладкова Ольга Миколаївна**, доцент кафедри Радіотехніки та телекомунікацій. к.т.н.

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 – 6	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 – 4		1-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання <u>курсний проєкт</u>		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин – 180		1-й	1-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 8	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>	
		75 год.	123 год.
		<b>Індивідуальні завдання:</b> 45 год.	
Вид контролю: залік			

#### Примітка.

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

для денної форми навчання – 60/75/45;

для заочної форми навчання – 12/123/45.

## 2. Мета навчальної дисципліни

**Мета:** дослідження, розробка та застосування вбудованих біомедичних систем та бездротових сенсорних мереж для моніторингу біомедичних сигналів та телемедичних даних.

**Завдання:**

- знати сучасні технології розробки вбудованих біомедичних систем;
- знати особливості побудови та функціонування бездротових сенсорних мереж;
- вміти обирати апаратне та розробляти програмне забезпечення для моніторингу біомедичних сигналів та телемедичних даних;
- вміти застосовувати сучасні технології Інтернету речей (IoT) для біомедичних застосувань.

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.
- ЗК4. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК5. Здатність розробляти проекти та управляти ними.
- ЗК6. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- ЗК7. Здатність до критичного аналізу, оцінки і синтезу нових та складних ідей, прийняття обґрунтованих рішень.
- 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.
- ЗК13. Здатність використовувати дух підприємництва, виявляти ініціативу при розробці проектів.

**фахові компетентності:**

- СК1. Здатність застосовувати наукові факти, концепції, теорії, принципи та методології наукових досліджень.
- СК4. Здатність розв'язувати задачі забезпечення надійності, живучості, завадозахищеності, інформаційної безпеки та пропускну здатності телекомунікаційних та радіотехнічних систем біомедичного призначення з урахуванням економічних, правових, безпекових та інших аспектів.
- СК5. Здатність розробляти, вдосконалювати та використовувати сучасне програмне, апаратне та програмно-апаратне забезпечення телекомунікаційних та радіотехнічних засобів та систем біомедичного призначення.
- СК7. Здатність розв'язувати складні професійні задачі на основі застосування новітніх технологій отримання, передавання, приймання і обробки інформації.
- СК8. Здатність демонструвати і використовувати знання сучасних комп'ютерних та інформаційних технологій та інструментів інженерних і наукових досліджень, розрахунків, обробки та аналізу даних, моделювання та оптимізації.
- СКС1. Здатність розробляти програмне та апаратне забезпечення вбудованих біомедичних систем та засобів телемедицини.

**очікувані програмні результати навчання:**

- РН1. Вміти організовувати власну професійну, науково-дослідницьку та інноваційну діяльність на основі принципів системного підходу та методології наукових досліджень.

PH4. Знати як здійснювати пошук інформації у науково-технічній та довідковій літературі, патентах, базах даних, інших джерелах, аналізувати і оцінювати цю інформацію. Вміти виявляти актуальні науково-прикладні задачі, здійснювати їх теоретичний аналіз, пропонувати та обґрунтовувати підходи та методи їх вирішення, здійснювати техніко-економічне обґрунтування та формулювати конкретні цілі дослідження.

PH7. Знати та вміти застосовувати мови програмування загального та спеціалізованого призначення, пакети аналітичного та імітаційного моделювання, а також інструменти розробки програмного та апаратного забезпечення для розв'язання складних задач телекомунікацій та радіотехніки.

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.

PH13. Знати та вміти практично застосувати методи та моделі розробки вбудованих біомедичних систем, а також технології реалізації бездротових сенсорних мереж. Вміти проєктувати та використовувати вбудовані системи для обробки біомедичних сигналів.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Змістовий модуль 1. ВБУДОВАНІ СИСТЕМИ (ВС) ДЛЯ БІОМЕДИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ**

Тема 1. Класифікація та особливості сучасних ВС.

Тема 2. Методи розробки ВС. Технології віддаленої інженерії для прототипування ВС.

Тема 3. Сучасні апаратно-програмні платформи для прототипування ВС. Плати розширення для додаткової функціональності. Датчики для біомедичного застосування.

#### **Змістовий модуль 2. БЕЗДРОТОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕДАЧІ ТА ЗБОРУ ДАНИХ**

Тема 1. Класифікація бездротових технологій. Особливості технологій Wi-Fi, Bluetooth, GSM, GPRS.

Тема 2. Реалізація бездротових технологій на основі спеціалізованих модулів. Mesh мережі.

Тема 3. Хмарні сервіси для збору та збереження телемедичних даних.

#### **Змістовий модуль 3. РОЗРОБКА ТА ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ДЛЯ КОРИСТУВАЧІВ З ОСОБЛИВИМИ ПОТРЕБАМИ**

Тема 1. Принципи створення нових реалій для користувачів з особливими потребами.

Тема 2. Апаратно-програмні комплекси на основі гарнітури віртуальної реальності, контролерів руху та голосового сповіщення.

#### **Змістовий модуль 4. КУРСОВИЙ ПРОЄКТ.**

ІНДЗ. Розробка та дослідження прототипів біомедичних та телемедичних систем.

#### 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. ВБУДОВАНІ СИСТЕМИ (ВС) ДЛЯ БІОМЕДИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ</b>												
Тема 1. Класифікація та особливості сучасних ВС.	5	4				1	5	1				4
Тема 2. Методи розробки ВС. Технології віддаленої інженерії для прототипування ВС.	6	4				2	6	1				5
Тема 3. Сучасні апаратно-програмні платформи для прототипування ВС. Плати розширення для додаткової функціональності. Датчики для біомедичного застосування.	34	6		10		18	34	1		2		31
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>45</b>	<b>14</b>		<b>10</b>		<b>21</b>	<b>45</b>	<b>3</b>		<b>2</b>		<b>40</b>
<b>Змістовий модуль 2. БЕЗДРОТОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕДАЧІ ТА ЗБОРУ ДАНИХ</b>												
Тема 1. Класифікація бездротових технологій. Особливості технологій Wi-Fi, Bluetooth, GSM, GPRS.	9	2				7	9	0,5				8,5
Тема 2. Реалізація бездротових технологій на основі спеціалізованих модулів. Mesh мережі.	22	2		10		10	22	1		2		19
Тема 3. Хмарні сервіси для збору та збереження телемедичних даних.	14	2		4		8	14	0,5		1		12,5
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>45</b>	<b>6</b>		<b>14</b>		<b>25</b>	<b>45</b>	<b>2</b>		<b>3</b>		<b>40</b>
<b>Усього годин М1</b>	<b>90</b>	<b>20</b>		<b>24</b>		<b>46</b>	<b>90</b>	<b>5</b>		<b>5</b>		<b>46</b>
<b>Модуль 2</b>												
<b>Змістовий модуль 3. РОЗРОБКА ТА ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ДЛЯ КОРИСТУВАЧІВ З ОСОБЛИВИМИ ПОТРЕБАМИ</b>												
Тема 1. Принципи створення нових реалій для користувачів з особливими потребами.	16	6				10	16	0,5				15,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 2. Апаратно-програмні комплекси на основі гарнітури віртуальної реальності, контролерів руху та голосового сповіщення.	29	4		6		19	29	0,5		1		27,5
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>45</b>	<b>10</b>		<b>6</b>		<b>29</b>	<b>45</b>	<b>1</b>		<b>1</b>		<b>43</b>
<b>Змістовий модуль 4. КУРСОВИЙ ПРОЄКТ.</b>												
ІНДЗ. Розробка та дослідження прототипів біомедичних та телемедичних систем.	45				45		45				45	
<b>Разом за змістовим модулем 4</b>	<b>45</b>				<b>45</b>		<b>45</b>				<b>45</b>	
<b>Усього годин М2</b>	<b>90</b>	<b>10</b>		<b>6</b>	<b>45</b>	<b>29</b>	<b>90</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>45</b>	<b>43</b>
<b>Разом з дисципліни</b>	<b>180</b>	<b>30</b>		<b>30</b>	<b>45</b>	<b>75</b>	<b>180</b>	<b>6</b>		<b>6</b>	<b>45</b>	<b>123</b>

### 5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження особливостей моніторингу кардіо-параметрів людини	6
2	Станція моніторингу загальних характеристик стану пацієнта	4
3	Пристрій моніторингу динамічних параметрів рухомих пацієнтів	4
4	Система моніторингу мікроклімату приміщення перебування пацієнта	4
5	Дослідження телекомунікаційної системи на основі шилда Waveshare	6
6	Дослідження підсистеми керування жестами для пацієнтів з особливими потребами	6
	<b>Усього</b>	<b>30</b>

### 6. Самостійна робота

Повторення матеріалу, засвоєного на лекціях, самостійне опанування частини теоретичного та практичного матеріалу, робота з контрольними запитаннями та джерелами інформації, підготовка до лабораторних робіт – 75 год., в т.ч. 1-ий змістовий модуль – 21 год., 2-й – 25 год., 3-ій - 29 год.

Тематику самостійної роботи до змістового модулю 1 наведено в табл. 6.1, 6.2.

Таблиця 6.1

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Симуляція роботи Arduino за допомогою web-додатку TINKERCAD	2
2	Створення проекту системи індикації	2
3	Дослідження особливостей роботи з актуаторами	2
4	Дослідження та використання серводвигунів	2
5	Дослідження особливостей роботи з реле	2
6	Робота з бібліотекою Arduino. Програмування LCD дисплея.	2
	<b>Усього</b>	<b>12</b>



Таблиця 6.2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Аналіз роботи з Processing	1
2	Робота зі змінними у Processing	1
3	Взаємодія Processing з користувачем	1
4	Послідовний інтерфейс вводу/виводу	1
5	Взаємодія Processing та Arduino	1
6	Розробка графічного інтерфейсу з використанням бібліотеки Firmata	1
	<b>Усього</b>	<b>6</b>

## 7. Індивідуальні завдання

Мета курсового проєкту – дослідження та розробка прототипу біомедичної або телемедичної системи.

### Задачі курсового проєкту:

- дослідження структурних та функціональних особливостей сучасних біомедичних та телемедичних систем;
- аналіз особливостей бездротових технологій та принципів побудови бездротових сенсорних мереж;
- дослідження можливостей Інтегрованого Середовища Розробки (ICP) біомедичних та телемедичних систем;
- розробка методики створення прототипу проєктованої системи з застосуванням ICP;
- розробка та дослідження віртуальної моделі прототипу проєктованої системи в ICP;
- розробка апаратного та програмного забезпечення фізичного прототипу;
- практична апробація розробленого фізичного прототипу.

**Тематика курсового проєкту** пропонується викладачем, або обирається студентами за власним бажанням.

Основні напрямки досліджень:

- 1) Дослідження та розробка стаціонарної системи моніторингу показників стану здоров'я пацієнтів;
- 2) Дослідження та розробка системи віддаленого моніторингу фізичного стану пацієнтів;
- 3) Дослідження та розробка системи управління для людей с особливими потребами;
- 4) Дослідження та розробка роботизованих протезів кінцівок людини;
- 5) Дослідження та розробка бездротової мережі для стеження за фізичним станом пацієнтів;
- 6) Дослідження та реалізація хмарних технологій для збору, візуалізації та обробки даних про показники стану здоров'я пацієнтів.
- 7) Дослідження та розробка нейроінтерфейсів для біомедичних систем.
- 8) Дослідження та розробка систем управління для користувачів з особливими потребами.

## 8. Методи навчання

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

Основні методи активного навчання: розповідь, бесіда, дискусія, діалог, доповідь, презентація.

## 9. Очікувані результати навчання з дисципліни

PH1. Вміти організувати власну професійну, науково-дослідницьку та інноваційну діяльність на основі принципів системного підходу та методології наукових досліджень.

PH4. Знати як здійснювати пошук інформації у науково-технічній та довідковій літературі, патентах, базах даних, інших джерелах, аналізувати і оцінювати цю інформацію. Вміти виявляти актуальні науково-прикладні задачі, здійснювати їх теоретичний аналіз, пропонувати та обґрунтовувати підходи та методи їх вирішення, здійснювати техніко-економічне обґрунтування та формулювати конкретні цілі дослідження.

PH13. Знати та вміти практично застосувати методи та моделі розробки вбудованих біомедичних систем, а також технології реалізації бездротових сенсорних мереж. Вміти проектувати та використовувати вбудовані системи для обробки біомедичних сигналів.

## 10. Засоби оцінювання

Усний контроль у вигляді індивідуального опитування на лабораторних роботах. Письмовий контроль у вигляді самостійних письмових робіт. Комп'ютерний контроль у вигляді тестування. захист курсового проекту.

## 11. Критерії оцінювання

### Залік

Поточне тестування та самостійна робота								Сума 100
ЗМ 1			ЗМ 2			ЗМ 3		
T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	
5	5	40	5	20	10	5	10	

T1, T2 ... – теми змістових модулів.

### Курсовий проєкт

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 70	до 10	до 20	100

## Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (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

## 12. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «САПР біомедичних апаратів та конструкцій» для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» освітньої програми «Телемедичні та біомедичні системи» усіх форм навчання / Укл.: А.В. Пархоменко, О.М.Гладкова, А.В. Туленков. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 77 с.

2. Методичні вказівки до виконання курсового проекту «Розробка та дослідження прототипів біомедичних та телемедичних систем» з дисципліни «Вбудовані біомедичні системи та бездротові сенсорні мережі» для студентів за спеціальністю 172 "Телекомунікації та радіотехніка" освітньої програми "Телемедичні та біомедичні системи" всіх форм навчання /Укл.: Пархоменко А.В, Гладкова О.М., Туленков А.В. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 23 с.

3. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Вбудовані біомедичні системи та бездротові сенсорні мережі» для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» освітньої програми «Телемедичні та біомедичні системи» всіх форм навчання. Частина 1. / Укл.: А.В. Пархоменко, О.М. Гладкова. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 53 с.

4. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Вбудовані біомедичні системи та бездротові сенсорні мережі» для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» освітньої програми «Телемедичні та біомедичні системи» всіх форм навчання. Частина 2. / Укл.: А.В. Пархоменко, О.М. Гладкова. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 39 с.

## 13. Рекомендована література

### Базова

1. Пархоменко А. В., Гладкова О. М., Залюбовський Я. І., Пархоменко А.В. Інженерія вбудованих систем: навчальний посібник.– Запоріжжя: Дике Поле, 2017. – 220 с.

2. Remote and virtual tools in engineering: textbook / A. V. Parkhomenko, G. V. Tabunshchuk, M. O. Poliakov, O. M. Gladkova, T. I. Kaplienko, T. Y. Larionova // general editorship Dr.Ing. karsten Henke. – Zaporizhzhya : Dike Pole. - 2016. – 250 p.

### Допоміжна

1. Реєстрація, обробка та контроль біомедичних сигналів /Абакумов В. Г. , Готра З. Ю. , Злепко С. М. Павлов С.В., Василенко В.Б. Рибін О.І. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 352 с.

2. Мурашко В.В., Струтынский А.В. Электрокардиография: Учебное пособие. – 4-е изд. – М.: МЕДпресс, 2000. – 312 с.

3. Платунов А.Е., Постников Н.П. Высокоуровневое проектирование встраиваемых систем. Часть 1: учеб. пособие. СПб.: НИУ ИТМО, 2011. 121 с.

4. Сопряженное проектирование встраиваемых систем (Hardware/Software co-design). Часть 1. Учебное пособие / С.В. Быковский, Я.Г. Горбачев, А.О. Ключев, и др. СПб.: Университет ИТМО, 2016. 108 с.

5. Белов А.В. Создаем устройства на микроконтроллерах. СПб.: Наука и Техника, 2007. 304 с.

6. Васильев А.Е. Микроконтроллеры. Разработка встраиваемых приложений: уч.пособие. СПб.: БХВ-Петербург, 2008. 304 с.

7. Berger S.A. Embedded Systems Design: An Introduction to Processes, Tools, and Techniques. CMP Books, 2002. 272 p.

8. Shibu K.V. Introduction to Embedded Systems. Tata McGraw-Hill Education, 2009. 740 p.

9. Tero V. An embedded object approach to embedded system development. OULU University press, 2009. 130 p.

10. Reas C., Fry B. Getting Started with Processing / Published by O'Reilly Media. Inc., June 2010. 209 p.

## 14. Інформаційні ресурси

1. Arduino IDE [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.arduino.cc/en/main/software>
2. Autodesk Tinkercad. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.tinkercad.com/>
3. Atmel Studio. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.microchip.com/mplab/avr-support/atmel-studio-7>
4. Proteus [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://soft-plus.ucoz.ru/load/proteus\\_7\\_7\\_sp2\\_rusifikator\\_simuljator\\_raboty\\_ustrojstv\\_na\\_mikrokontrollerakh/100-1-0-2090](http://soft-plus.ucoz.ru/load/proteus_7_7_sp2_rusifikator_simuljator_raboty_ustrojstv_na_mikrokontrollerakh/100-1-0-2090)
5. Processing. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://processing.org/>
6. Wiring. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://wiring.org.co/>