

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційних радіотехнологій і технічного захисту інформації

(назва інституту, факультету, відділення)

Кафедра Мікропроцесорних технологій і систем

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Декан факультету ІРТЗІ

Денис ГОРЕЛОВ

(підпис, прізвище, ініціали)

"02" 09 \_\_\_\_\_ 2025 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Розробка вбудованих систем з радіоінтерфейсом.

(шифр і назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти магістерський

спеціальність 171 Електроніка

ОНП: Інженерія мікропроцесорних систем

(назва освітньої програми)

Харків – 2025 р.

Розробники:  О.В.Зубков, проф. каф. МТС, к.т.н., доцент

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри МТС

Протокол від «30» серпня 2025 р. № 1

В.о. завідувача кафедри  
МТС

  
(підпис)

Зубков О.В.  
(прізвище та ініціали)

Гарант ОП:

  
(підпис)

О.В. Зубков,  
(ініціали, прізвище )

Схвалено методичною комісією факультету ІРТЗІ

Протокол від “01” 09 2025 р. № 1

Голова методичної комісії

  
(підпис)

О.І. Іванова  
(прізвище та ініціали)

© Зубков О.В., 2025

© ХНУРЕ, 2025

## 1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС* 6	Обов'язкова	
Модулів** 2	Рік підготовки:	
Змістових модулів 3	1-й	
Курсовий проект	Семестр	
Загальна кількість годин 210	3-й	
	Кількість годин	
	180	-
	Аудиторні: 1) лекції, год	
Мова навчання: українська	30	-
	2) практичні, год	
	<b>14</b>	-
	3) лабораторні, год	
	16	-
	4) консультації, год	
	12	-
	Самостійна робота, год	
	108	-
	в тому числі: 1) інд. завд., год.	
	-	-
	2) курсова робота, год	
	40	-
Вид контролю: залік		

**Примітка.**

\* Відомості з навчального плану.

\*\* Структурна одиниця дисципліни (складається із змістових модулів). Рекомендована кількість модулів дорівнює кількості контрольних точок.

## 2 МЕТА І ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1 Мета вивчення дисципліни:

вивчення програмування сучасних мікропроцесорів ESP32 мовою C++, внутрісхемного налагодження програмного забезпечення мікропроцесорів. Значна увага приділяється вивченню мови програмування, роботі з програмним пакетом Arduino IDE, для написання та налагодження програм, застосуванню цих мікропроцесорів в цифрових пристроях обробки та передавання інформації за допомогою радіоінтерфейса.

### 2.2 Результати навчання

За результатом вивчення дисципліни студенти повинні:

#### знати:

- основні команди та макроси мови C для написання програмного забезпечення для мікропроцесорів серії ESP32;
- можливості, внутрішню структуру та принципи функціонування мікропроцесорів серії ESP32;
- структуру програми на мові C для мікропроцесорів серії ESP32 та основні бібліотеки;
- принципи конфігурування мікроконтролера та налагодження програми у середовищі Arduino IDE та сервісі WokWi;
- програмування внутрішніх вузлів та периферії мікропроцесору мовою C;
- принципи підключення до мікропроцесорного модуля кнопок, індикаторів, датчиків, інтерфейсних перетворювачів, створення веб серверу та алгоритми програмної обробки сигналів та керування у схемах з зовнішніми пристроями.

#### вміти:

- розробляти принципові схеми та писати програмне забезпечення для таких пристроїв як: контролер клавіатури, генератор ШІМ та аналогових сигналів, вимірювач показань аналогових датчиків, пристрій цифрової фільтрації сигналів, пристрій обміну даними через інтерфейс UART, пристрої з веб інтерфейсом керування та контролю стану і т.ін.;
- налагоджувати програмне забезпечення з використанням пакету Arduino IDE та сервіса WokWi;
- запрограмувати мікропроцесор.

#### володіти (перелік сформованих компетентностей):

- ЗК-2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
- ЗК-4 Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- СК3. Здатність до системного розв'язання задач розробки, аналізу, розрахунку, моделювання електронних компонентів, пристроїв і систем різного призначення.
- СК5. Здатність забезпечувати ефективність та якість вимірювань в електронних компонентах, пристроях і системах.
- СК7. Здатність до розв'язання задач обробки та відображення інформації в сучасних електронних пристроях і системах.
- СК12. Здатність розробляти технічні рішення, електронні прилади та системи з використанням

сучасних мікропроцесорів та програмованих інтегральних схем на сучасному науково-технічному рівні, об'єднувати розроблені електронні прилади у інфокомунікаційні мережі з використанням сучасних протоколів зв'язку.

- СК13. Здатність розробляти алгоритми та програмне забезпечення для вбудованих рішень на базі сучасних мікропроцесорів, мікроконтролерів, програмованих інтегральних схем.
- P2. Моделювати та експериментально досліджувати об'єкти та процеси в електроніці та технології електронної промисловості.
- P5 Забезпечувати енергетичну та економічну ефективність розробок, виробництва та експлуатації електронної техніки.
- P11 Аналізувати техніко-економічні показники, надійність, ергономічність, патентну чистоту, потреби ринку, інвестиційний клімат та відповідність проектних рішень, наукових та дослідноконструкторських розробок визначеним цілям та нормам законодавства України.
- P14 Досліджувати процеси у електронних компонентах, пристроях і системах з використанням сучасних експериментальних методів та обладнання, методів комп'ютерного моделювання, здійснювати статистичну обробку та аналіз результатів експериментів та розрахунків.
- P15 Брати участь у розробці та виконанні проектів міжнародного наукового співробітництва та академічної мобільності.
- P16. Розробляти технічні рішення, електронні прилади та системи з використанням сучасних мікропроцесорів та програмованих інтегральних схем на сучасному науково-технічному рівні.
- P18. Здійснювати дротову та бездротову мережну взаємодію електронних пристроїв різних рівнів ієрархії з використанням сучасних комунікаційних протоколів та розробляти програмне забезпечення вбудованих систем для реалізації мережної взаємодії.

**2.3 Передумови для вивчення дисципліни: Основи програмування, Цифрова схемотехніка.**

3

### ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Змістовий модуль 1.** Сучасні мікроконтролери ESP32.

**Тема 1.** Огляд та порівняльний аналіз технічних характеристик різних серій процесорів ESP32.

**Тема 2.** Огляд та порівняльний аналіз середовищ програмування ESP32 та симуляції роботи програм.

**Змістовий модуль 2.** Програмування вбудованої периферії ESP32.

**Тема 1.** Програмування цифрових портів вводу-виводу загального призначення в ESP32

**Тема 2.** Програмування таймерів ESP32.

**Тема 3.** Аналого-цифровий та цифро-аналоговий перетворювачі: функціонування, характеристики, конфігурування, переривання, програмування.

**Тема 4.** Конфігурування та програмування вбудованого інтерфейсу UART.

**Тема 5.** Конфігурування та програмування вбудованого інтерфейсу SPI.

**Тема 6.** Конфігурування та програмування інтерфейса 1-Wire

**Тема 7.** Операційна система FreeRTOS та розподіл задач за ядрами

**Змістовий модуль 3.** Реалізація веб інтерфейсів цифрових пристроїв.

**Тема 1.** Робота ESP32 у режимах клієнта, точки доступу та клієнта з точкою доступу

**Тема 2.** Створення та завантаження web сторінок у ESP32

**Тема 3.** Реалізація асинхронного веб сервера

**Тема 4.** Створення клієнту на базі ESP32.

**Тема 5.** Обмін даними між клієнтом та серверною частиною з використанням JSON.

**Тема 6.** Складна візуалізація у web сторінках, що вбудовані у ESP32.

4

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма						Заочна форма						
	Усь-ого	у тому числі					Усь-ого	у тому числі					
		л	п	лб	конс	с.р.		л	п	лб	конс	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<b>Модуль 1</b>													
<b>Змістовий модуль 1. Сучасні мікроконтролери ESP32</b>													
Тема 1. Огляд та порівняльний аналіз технічних характеристик різних серій процесорів ESP32	4	2				2							
Тема 2. Огляд та порівняльний аналіз середовищ програмування ESP32 та симуляції роботи програм	4	2				2							
Разом за зміст. мод. 1	8	4				4							
<b>Змістовий модуль 2. Програмування вбудованої периферії ESP32</b>													
Тема 1. Програмування цифрових портів вводу-виводу загального призначення в ESP32.	8	2	2			4							
Тема 2. Програмування таймерів ESP32.	18	2	2	4	2	8							
Тема 3. Аналого-цифровий та цифро-аналоговий перетворювачі: функціонування, характеристики, конфігурування, переривання, програмування	10	2	2		2	4							
Тема 4. Конфігурування та програмування вбудованого інтерфейсу UART.	8	2	2			4							
Тема 5. Конфігурування та програмування вбудованого інтерфейсу SPI	4	2				2							

Тема 6. Конфігурування та програмування інтерфейса 1-Wire	8	2	2			4						
Тема 7. Операційна система FreeRTOS та розподіл задач за ядрами	10	2	2		2	4						
Разом за зміст. мод. 2	66	14	12	4	6	30						
<b>Усього годин за мод. 1</b>	<b>74</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>34</b>						

Модуль 2											
Змістовий модуль 3. Реалізація веб інтерфейсів цифрових пристроїв											
Тема 1. Робота ESP32 у режимах клієнта, точки доступу та клієнта з точкою доступу.	8	2	2			4					
Тема 2. Створення та завантаження веб сторінок у ESP32.	6	2			2	2					
Тема 3. Реалізація асинхронного веб сервера.	16	2		4	2	8					
Тема 4. Створення клієнту на базі ESP32.	14	2		4		8					
Тема 5. Обмін даними між клієнтом та серверною частиною з використанням JSON.	8	2			2	4					
Тема 6. Складна візуалізація у веб сторінках, що вбудовані у ESP32	14	2		4		8					
Разом за зміст. мод. 3	66	12	2	12	6	34					
Усього годин за мод.2	66	12	2	12	6	34					
Індивідуальні завдання											
Курсовий проект	40					40					
<b>Усього годин за семестр</b>	<b>180</b>	<b>30</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>108</b>					

## 5 ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ (СЕМІНАРСЬКИХ) ЗАНЯТЬ

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Реалізація керування світлодіодами та реле у ESP32	2	
2	Формування ШІМ сигналів у ESP32	2	
3	Вимірювання показань аналогових датчиків у ESP32	2	
4	Передавання результатів вимірювань з ESP32 на ПК через USART інтерфейс	2	
5	Робота з цифровим датчиком DS18B20	2	
6	Обмін даними між задачами операційної системи FreeRTOS	2	
7	Підключення ESP32 до роутерів у режимі точки доступу та створення особистої точки доступу для підключення клієнтів	2	
	<b>Загальна кількість, год.</b>	<b>14</b>	

## 6 ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Створення пристроїв формування сигналів керування із змінними параметрами сигналів	4	
2	Реалізація додатку керування освітленням з веб інтерфейсом	4	

3	Реалізація клієнтського додатку на ESP32 для вимірювання температури і передачі показань на серверну частину	4	
4	Реалізація серверної частини системи керування нагрівом	4	
	<b>Загальна кількість, год.</b>	<b>32</b>	

7

## САМОСТІЙНА РОБОТА

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Вивчення теоретичного матеріалу з використанням конспектів і навчальної літератури	38	
2	Підготовка до лабораторних занять	16	
3	Підготовка до практичних занять	14	
3	Виконання курсового проєкту	40	
	<b>Загальна кількість</b>	<b>108</b>	

8

## МЕТОДИ НАВЧАННЯ ТА ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ

7.1 Метод навчання – це упорядкована діяльність викладача і студентів, спрямована на досягнення заданої мети навчання.

За ознакою, якою є джерело знань, використовується п'ять методів: практичний (лабораторні, практичні, розрахункові, графічні роботи тощо); наочний (метод ілюстрацій і метод демонстрацій); словесний (лекція, дискусія, співбесіда тощо); робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, рецензування, складання реферату); відеометод у сполученні з новітніми інформаційними технологіями та комп'ютерними засобами навчання (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо).

За призначенням використовуються такі методи: набуття знань; формування умінь і навичок, застосування знань; творча діяльність; закріплення знань; перевірка знань, умінь і навичок.

7.2 Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є: залік; стандартизовані тести; командні проєкти; презентації результатів виконаних завдань та досліджень; студентські презентації та

виступи на наукових заходах; завдання на лабораторному обладнанні, тренажерах, реальних об'єктах тощо; інші види індивідуальних та групових завдань.

## 9 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА РЕЙТИНГОВА ОЦІНКА ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ

9.1 Розподіл балів, які отримують студенти (Кількісні критерії оцінювання)

Для оцінювання роботи студента протягом семестру підсумкова рейтингова оцінка  $O_{\text{сем}}$  розраховується як сума оцінок за різні види занять та контрольні заходи.

Вид заняття / контрольний захід	Оцінка
Денна форма навчання	
<b>Мікроконтролери</b>	
Лб № 1,2,3,4	9x4=36
Пз № 1,2,3	3x5=15
Контрольна точка 1	51
Лб № 5,6,7,8	9x4=36
Пз №4,5	5+6=11
Контрольна точка 2	49
Всього за семестр	100

Як форма підсумкового контролю використовується залік.

## 9.2 Якісні критерії оцінювання

Для отримання позитивної оцінки студенти повинні засвоїти три основних розділи цього курсу: сучасні мікроконтролери ESP32, програмування вбудованої периферії ESP32, реалізація веб інтерфейсів цифрових пристроїв.

У першому розділі необхідно вивчити технічні характеристики сучасних мікроконтролерів ESP32, принципи встановлення та налаштування середовища Arduino IDE для програмування мікроконтролерів та можливості онлайн сервісу WokWi для симуляції розроблених програм для ESP32.

У другому розділі обов'язковим є вивчення архітектури портів вводу-виводу, таймерів, аналого-цифрового перетворювача, цифро-аналогового перетворювача, інтерфейсів USART, SPI, 1-Wire та програмування усієї цієї периферії. Також необхідно освоїти можливості онлайн сервісу WokWi для створення принципових схем ESP32 та симуляції роботи розроблених програм.

У третьому розділі необхідно основні бібліотеки для створення HTTP серверу та клієнту, передавання даних між сервером та клієнтів за допомогою JSON запитів, розподілення навантаження на серверний додаток між ядрами ESP32, створення сторінок та вбудування виклику цих сторінок на серверній частині у відповідь на запит зі сторони клієнта, ефективно вбудування зображень у веб сторінку.

### Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру.

Задовільно, D, E (60-74). Мати мінімум знань і умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні. Виконати практичних завдання.

Добре, C (75-89). Знати всі теми, що вивчаються у курсі. Уміти самостійно обрати метод для розв'язання задач. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи із середньою оцінкою не нижче 75.

Відмінно, A, B (90-100). Досконало знати всі теми, що вивчаються у курсі, та матеріал, що виноситься для самостійного вивчення. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи із середньою оцінкою не нижче 80. Уміти самостійно формулювати задачі та одержувати розв'язок.

### 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
96–100	A	відмінно	зараховано
90–95	B		
75–89	C	добре	
66–74	D	задовільно	
60–65	E		
35–59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання

0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни
------	---	--	---

## 10 МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### 10.1 Базова література:

1. Смірнов В.В., Смірнова Н.В. Програмування пристроїв Internet Of Things на базі мікроконтролера ESP32. Протоколи мережевих модулів: навчальний посібник. – Кропивницький : ЦНТУ, 2024. – 400 с.
2. Lizzie Prader, Peter Hoddie. IoT Development for ESP32 and ESP8266 with JavaScript: A Practical Guide to XS and the Moddable SDK. APress, 2020. - 593p.
3. Asim Zulfiqar. Hands-on ESP32 with Arduino IDE: Unleash the power of IoT with ESP32 and build exciting projects with this practical guide Birmingham: Packt Publishing, 2024. - 294p.

*Допоміжна література:*

### 10.2 Методичні вказівки до різних видів занять

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Розробка вбудованих систем з радіоінтерфейсом» для студентів усіх форм навчання спеціальності 171 Електроніка / [Електронний ресурс] Упоряд.: О.В. Зубков, О.В. Воргуль. – Електронне видання. – Харків: ХНУРЕ, 2024. – 108 с.

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Розробка вбудованих систем з радіоінтерфейсом» для студентів усіх форм навчання спеціальності 171 Електроніка / [Електронний ресурс] Упоряд.: О.В. Зубков, І.В. Свид, І.І. Обод, О.В. Воргуль. – Електронне видання. – Харків: ХНУРЕ, 2024. – 45 с.

## 11 ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Arduino IDE,  
Онлайн сервіс WokWi . <https://wokwi.com/>