

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

В.о.декана факультету  
комп'ютерних інформаційних  
технологій

Ігор ЯКИМЕНКО

  
«    »      20     р.

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

В. о. проректора з науково-  
педагогічної роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ

  
«    »      20     р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни:

«ПРОЕКТУВАННЯ ВБУДОВАНИХ СИСТЕМ»

Ступінь вищої освіти – бакалавр


Галузь знань – 15 Автоматизація та приладобудування

Спеціальність – 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітньо-професійна програма – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Кафедра Спеціалізованих комп'ютерних систем

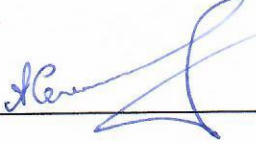
Форма навчання	Курс	Се-местр	Лекції (год.)	Практ. заняття (год.)	ІРС (год.)	Тренінг КПЗ	СРС	Разом (год.)	Залік
Денна	4	7	26	12	2	10	100	150	8

31.08.2023  



Тернопіль 2023

Робочу програму склав старший викладач кафедри СКС: к.т.н. Заставний Олег Михайлович

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем  
протокол № 1 від 28.08.2023 р.

Завідувач кафедри СКС  Андрій СЕГІН

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка  
протокол № 1 від 31.08.2023 р.

Голова групи  
забезпечення спеціальності  к.т.н., доцент Андрій СЕГІН

Гарант ОП  к.т.н., доцент Ігор Пітух

# СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ПРОЕКТУВАННЯ ВБУДОВАНИХ СИСТЕМ»

## 1. Опис дисципліни

Дисципліна – Проектування вбудованих систем	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS – 5	Галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування	Вибіркова навчальна дисципліна циклу дисциплін професійної та практичної підготовки Мова викладання - українська
Кількість залікових модулів – 3	Спеціальність — 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	Рік підготовки – 4 Семестр – 7
Кількість змістових модулів – 3	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Лекції –26 год. Лабораторні заняття –12 год.
Загальна кількість годин – 150		Самостійна робота –100 год. Тренінг, КПЗ – 10 год. Індивідуальна робота - 2 год.
Тижневих годин: 18год. з них аудиторних – 5 год.		Вид підсумкового контролю – залік

## 2. Мета й завдання вивчення дисципліни

### 2.1. Мета вивчення дисципліни

Метою дисципліни є вивчення студентами основних принципів побудови вбудованих систем їх особливостей та елементної бази. Вивчення середовищ розробки та засобів програмування вбудованих систем.

А також надбання необхідних знань, щодо інтерфейсів та протоколів, які використовуються в вбудованих системах. В результаті вивчення курсу студенти отримують необхідні знання для вірної оцінки необхідних апаратних засобів для реалізації вбудованої системи, а також реалізації програм керування для мікроконтролерів задіяних в реалізації вбудованої системи.

### 2.2. Завдання вивчення дисципліни

Для досягнення необхідного рівня знань та навичок, при вивчанні дисципліни використовуються основні засоби впливу на засвоєння навчального матеріалу. Тому в процесі викладання дисципліни розглядаються особливості реалізації проектування типових вбудованих систем.

## 3. Зміст дисципліни «Проектування вбудованих систем»

*Змістовний модуль 1. Основні поняття вбудованих систем.*

**Тема 1.** Поняття вбудованих систем. Огляд сучасних мікроконтролерів вбудовані системи. Класифікація вбудованих систем. Типи сучасних мікроконтролерів та їх функціональні можливості

Література: 1, 2

**Тема 2.** Мікроконтролер ESP32. Основні характеристики. Порти вводу/виводу. Основні характеристики мікроконтролерів ESP32 та модулів на їх основі. Відлагоджувальні плати ESP32. Порти вводу/виводу.

Література: 3-7

**Тема 3.** Вбудований АЦП ESP32 та аналогові входи. Особливості вбудованого АЦП. Налаштування та вибір входів АЦП. Конфігурація та робота з вбудованим АЦП.

Література: 3-7

**Тема 4.** Переривання та таймери. Поняття переривань. Типи переривань. Обробники переривань. Таймери та їх характеристики. Налаштування та робота з таймерами на базі мікроконтролера ESP32.

Література: 3-7

**Тема 5.** Інтерфейс UART.

UART та USART. Варіанти підключення UART. Формат передавання даних UART. Управління потоком даних. COM-порт. Послідовний порт ESP32 UART. Послідовний порт ESP32 в Arduino.

Література: 3-7

**Тема 6.** Робота з модулем WiFi.

Вбудований модуль WiFi та його характеристики. Налаштування та робота з модулем WiFi.

Література: 3-7

*Змістовний модуль 2. Робота з периферією ESP32.*

**Тема 7.** Робота з модулем Bluetooth.

Вбудований модуль Bluetooth та його характеристики. Налаштування та робота з модулем Bluetooth.

Література: 3,5

**Тема 8.** Протокол MQTT.

Історія MQTT. Особливості MQTT. Як працює MQTT. Семантика тем. Структура повідомлень. Авторизація. Використання MQTT.

Література: 6,9

**Тема 9.** Інтерфейс SPI.

Опис інтерфейсу SPI. Під'єднання кількох пристроїв до шини SPI. Переваги та недоліки інтерфейсу SPI.

Література: 3-7

**Тема 10.** Інтерфейс I2C.

Порівняння послідовних інтерфейсів. Історія I2C. I2C на апаратному рівні. Протокол I2C. Апаратні особливості ESP32 I2C. Стандартні контакти ESP32 I2C. Зв'язок ESP32 I2C.

Сканер ESP32 I2C. Обмеження адрес пристроїв ESP32 I2C. ESP32 + розширювач I2C.

Література: 3-7

**Тема 11.** Інтерфейс 1-wire

Що таке 1-Wire. Основні принципи. Організація провідних мереж. Ведені однопровідні компоненти. Лінія зв'язку та топологія. Обмеження та сполучення з промисловими мережами. Опис інтерфейсу 1-wire. ESP32 Отримання температури від сенсора DS18B20.

Література: 3-7

**Тема 12.** Текстові та графічні дисплеї у вбудованих системах.

Текстові дисплеї на базі контролера HD44780, графічні монохромні дисплеї, графічні кольорові дисплеї.

Література: 3-5

#### 4. Структура залікового кредиту дисципліни «Проектування вбудованих систем»

Теми занять	Кількість годин					
	Лекції	Лабор. роботи	ІРС	Тренінг, КПЗ	СРС	Контр. заходи
<i>Змістовний модуль 1. Основні поняття вбудованих систем.</i>						
Тема 1. Поняття вбудованих систем. Огляд сучасних мікроконтролерів.	2	1	1	5	8	Поточн. опит.
Тема 2 Мікроконтролер ESP32. Основні характеристики. Порти вводу/виводу.	2	1			8	Поточн. опит.
Тема 3. Вбудований АЦП ESP32 та аналогові входи.	2	1			8	Поточн. опит.
Тема 4. Переривання та таймери.	3	1			8	Поточн. опит.
Тема 5. Інтерфейс UART.	2	1			8	Поточн. опит.
Тема 6. Робота з модулем WiFi.	2	1			8	Письм. робота.
<i>Змістовний модуль 2. ARM мікроконтролери сімейства STM32</i>						
Тема 7. Робота з модулем Bluetooth.	2	1			8	Поточн.

	Теми занять	Кількість годин						опит.
		Лекції	Лабор. роботи	ІРС	Тренінг, КПЗ	СРС	Контр. заходи	
	Тема 8. Протокол MQTT.	2	1	1	5	8	Поточн. опит.	
	Тема 9. Інтерфейс SPI	2	1			8	Поточн. опит.	
	Тема 10. Інтерфейс I2C.	3	1			8	Поточн. опит.	
	Тема 11. Інтерфейс 1-wire.	2	1			10	Поточн. опит.	
	Тема 12. Текстові та графічні дисплеї у вбудованих системах.	2	1			10	Письм. робота.	
	<b>Всього:</b>	<b>26</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>100</b>		

### 5. Тематика лабораторних робіт.

#### Лабораторна робота № 1

**Тема:** 32-х розрядні мікроконтролери та середовище їх програмування.

**Мета:** Ознайомитися з середовищем програмування мікроконтролерів

**Питання для обговорення:**

1. Встановлення середовища програмування;
2. Налаштування порта для програмування та відлагодження;
3. Структура програми;
4. Основні елементи програми.

Література: 1-5

#### Лабораторна робота № 2

**Тема:** Робота з вбудованим АЦП.

**Мета:** Навчися працювати з вбудованим АЦП

**Питання для обговорення:**

1. Характеристики вбудованого АЦП;
2. Режими роботи АЦП;
3. Ініціалізація АЦП;
4. Переривання АЦП.

Література: 3-7

#### Лабораторна робота № 3.

**Тема:** Робота з таймерами загального призначення та перериваннями

**Мета:** Навчитися конфігурувати та використовувати таймери загального призначення та переривання.

**Питання для обговорення:**

1. Характеристики таймерів загального призначення;
2. Налаштування таймерів загального призначення;
3. Переривання таймерів загального призначення;
4. Режими роботи таймерів загального призначення.

Література: 3, 5,7

#### Лабораторна робота № 4

**Тема:** Робота з послідовним інтерфейсом USART.

**Мета:** Ознайомитися з роботою та конфігурацією послідовного інтерфейсу USART.

**Питання для обговорення:**

1. Характеристики послідовного інтерфейсу USART;
2. Режими роботи USART;
3. Ініціалізація USART;
4. Переривання USART.

Література: 3, 7

### Лабораторна робота № 5

**Тема:** Робота з модулем WiFi.

**Мета:** Ознайомитися з роботою та конфігурацією WiFi.

**Питання для обговорення:**

1. Характеристики модуля WiFi;
2. Режими роботи WiFi;
3. Ініціалізація WiFi;
4. Передавання даних по WiFi мережі.

Література: 3-7

### Лабораторна робота № 6

**Тема:** Робота з протоколом MQTT.

**Мета:** Ознайомитися з роботою систем IoT по протоколу MQTT.

**Питання для обговорення:**

1. Характеристики протоколу MQTT;
2. Налаштування MQTT сервера;
3. Тестування MQTT сервера;
4. Передавання даних між пристроями з використанням MQTT.

Література: 3-7, 9

### Лабораторна робота № 7

**Тема:** Робота з пристроями по інтерфейсу SPI.

**Мета:** Ознайомитися з роботою та конфігурацією послідовного інтерфейсу SPI.

**Питання для обговорення:**

5. Характеристики послідовного інтерфейсу SPI;
6. Режими роботи SPI;
7. Ініціалізація SPI;
8. Переривання SPI.

Література: 3-7

### Лабораторна робота № 8

**Тема:** Робота з графічним дисплеєм.

**Мета:** Ознайомитися з роботою та конфігурацією графічного дисплею на основі контролера ST7789.

**Питання для обговорення:**

1. Характеристики графічного дисплею;
2. Ініціалізація контролера дисплею;
3. Вивід графічних примітивів;
4. Вивід текстової інформації.

Література: 2-7

## 6. Комплексне практичне індивідуальне завдання

Індивідуальна робота студента передбачає виконання комплексного практичного індивідуального завдання, яке виконується кожним студентом одноосібно. Студенти повинні вибрати одну з областей дисципліни та сформулювати тему дослідження, наприклад:

1. Опрацювання сигналів аналогових сенсорів температури.
2. Опрацювання даних цифрових сенсорів температури.
3. Опрацювання даних сенсорів вологості.
4. Опрацювання звукових сигналів.
5. Опрацювання даних сенсорів вимірювання відстані.
6. Робота з картами пам'яті.
7. Робота з цифровими відеокамерами.
8. Робота з кольоровими дисплеями.

9. Опрацювання сигналів гіроскопа.
10. Опрацювання сигналів магнітометра.
11. Опрацювання сигналів акселерометра.
12. Створення людино-машинного інтерфейсу для автоматизованої системи.

Студентові дозволяється обрати інший напрямок зацікавлень, заздалегідь обговоривши та затвердивши у викладача конкретне завдання у вибраній області.

Комплексне практичне індивідуальне завдання повинно містити:

- теоретичний опис обраної області;
- опис поставленого завдання;
- шляхи розв'язання поставленого завдання;
- представлення результатів.

### 7. Тематика самостійної роботи студентів.

№п/п	Тематика
1.	Типи мікроконтролерів
2.	Периферійні пристрої мікропроцесорних систем.
3.	Текстові дисплеї
4.	Графічні монохромні дисплеї.
5.	Графічні кольорові дисплеї.
6.	Периферійні пристрої мікроконтролера ESP32.
7.	Робота WiFi в режимі точки доступу.
8.	Робота ESP32 OTA.
9.	Особливості обробки переривань в ESP32.
10.	Операції з дійсними числами з використанням модуля DSP.
11.	ШИМ модуляція
12.	Сенсори вбудованих систем
13.	Інтерфейс Bluetooth
14.	Інтерфейс Ethernet.
15.	Робота з протоколом HTTP
16.	Криптографічний модуль ESP32.
17.	Годинник реального часу та енергонезалежна пам'ять.
18.	Тренінг

### Організація і проведення тренінгу

*Порядок проведення тренінгу:*

Вступна частина проводиться з метою ознайомлення студентів з темою тренінгу.

Організаційна частина полягає у створенні робочого настрою у колективі студентів.

Практична частина реалізується шляхом виконання завдань з певних проблемних питань теми тренінгу.

Підведення підсумків. Обговорення результатів виконаних завдань. Обмін думками з питань, що виносились на тренінг.

*Рекомендується проведення тренінгу за наступною темою:*

1. Інтерфейси мікропроцесорних систем — особливості роботи з промисловими інтерфейсами для передавання даних в межах проекрованої мікропроцесорної системи та для взаємодії з іншими системами.
2. Периферійні елементи мікропроцесорних систем — знати сучасні периферійні модулі для використання в мікропроцесорних системах та отримання практичних навичок для роботи з ними.

### 8. Методи навчання.

У навчальному процесі використовуються: лекції, лабораторні заняття під керівництвом викладача, індивідуальні заняття, групова робота, самостійне вивчення спеціалізованих літературних джерел та джерел Інтернет. Виконання лабораторних робіт

проводиться в спеціалізованій лабораторії із відповідними засобами розробки.

### 9.Методи оцінювання.

В процесі вивчення дисципліни використовуються наступні методи оцінювання навчальної роботи студентів:

- поточне тестування та опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- оцінювання виконання КПІЗ;
- ректорська контрольна робота;
- підсумковий залік;

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2 (ректорська контрольна робота)	Заліковий модуль 3 (підсумкова оцінка за КПІЗ)
30 %	40 %	30 %
1. Усне опитування на заняттях (6 тем по 5 бали) - тах 30 балів. 2. Письмова робота - тах 30 балів. 3. Практичне завдання (4 лабораторні роботи по 10 балів)- тах 40 балів.	1. Усне опитування на заняттях (6 тем по 5 балів) - тах 30 балів. 2. Письмова робота - тах 30 балів. 3. Практичне завдання (4 лабораторні роботи по 10 балів) - тах 40 балів.	1. Підготовка КПІЗ - тах 40 балів. 2. Захист КПІЗ -тах 40 балів. 3. Участь у тренінгах - тах 20 балів

### Шкала оцінювання:

За шкалою ЗУНУ	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90–100	відмінно	A (відмінно)
85–89	добре	B (дуже добре)
75–84		C (добре)
65–74	задовільно	D (задовільно)
60–64		E (достатньо)
35–59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1–34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

### 10. Інструменти, обладнання, ПЗ, перелік наочних матеріалів, використання яких передбачає навчальна дисципліна.

№	Найменування	Номер теми
1	Мультимедійний проектор та проєкційний екран	1-12
2	Персональні комп'ютери або ноутбуки	1-12
3	Наявність доступу до мережі Інтернет	1-12
4	Комунікаційне програмне забезпечення (Zoom) для проведення занять у режимі он-лайн (за необхідності)	1-12
5	Комунікаційна навчальна платформа (Moodle) для організації дистанційного навчання (за необхідності)	1-12
6	Операційна система Windows або Linux, Visual Studio Code, Arduino IDE	1-12



## РЕКОМЕНДОВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Peter Marwedel Embedded System Design: Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems, and the Internet of Things // Germany, Dortmund.- Springer.-2021.-455p.
2. Jonathan W. Valvano Embedded Systems: Introduction to Robotics // USA, Traverse City, Michigan.-Independently published.-2019.-499p.
3. Neil Cameron Electronics Projects with the ESP8266 and ESP32: Building Web Pages, Applications, and WiFi Enabled Devices 1st ed.// Apress.- California.-2020.-714p.
4. Agus Kurniawan Internet of Things Projects with ESP32: Build exciting and powerful IoT projects using the all-new Espressif ESP32// Packt Publishing.- Birmingham, Englang.-2019.-458p.
5. Luc Volders ESP32 Simplified: Control your home over the internet // Lulu.com.-USA.-2020.-348p.
6. Aharen san Learn internet of things with ESP32 for beginners hand guide: Sensor and Network, DHT22, Wifi LAN, Ardiuno Coding, Thingspeak with IOT Project//USA, Traverse City, Michigan.-Independently published.-2022.-110p.
7. Janani Sathish ESP32 cookbook: ESP8266, Arduino Coding, Example Code, IoT Project, Sensors, Esp32 Startup//USA, Traverse City, Michigan.-Independently published.-2021.-260p.
8. Randall, Hyde Book Of I2C, The: A Guide for Adventurers // USA, San Francisco.- No Starch Press.-2022.-448p.
9. Tim Pulver Hands-On Internet of Things with MQTT: Build connected IoT devices with Arduino and MQ Telemetry Transport (MQTT)//Packt Publishing.- Birmingham, Englang.-2019.-350p.