


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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Декан факультету
комп'ютерних інформаційних
технологій

Ігор ЯКИМЕНКО

«» 20 24 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Директор навчально-наукового
інституту новітніх освітніх технологій

Святослав ЦИТЕЛЬ

«» 20 24 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ

«» 20 24 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА
з дисципліни

«ПРОЕКТУВАННЯ ВБУДОВАНИХ СИСТЕМ»

Ступінь вищої освіти – бакалавр

Галузь знань – 15 Автоматизація та приладобудування

Спеціальність – 152 Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка

Освітньо-професійна програма – Технології інтернету речей

Кафедра Спеціалізованих комп'ютерних систем

Форма навчання	Курс	Сем.	Лекції (год.)	Лабор роботи (год.)	ІРС (год.)	Тренінг, (год.)	СРС (год.)	Разом (год.)	Залік (сем)
ДФН	3	5	30	14	3	6	97	150	5
ЗФН	3	5	8	4	-	-	138	150	8

Тернопіль
2024

30.01.2024


Робоча програма затверджена на засіданні кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем
протокол № 1 від 27.08.2024р.

Завідувач кафедри  к.т.н., доцент Андрій СЕГІН

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності інформаційно-вимірювальні технології

протокол № 1 від 30.08.2024р.

Голова групи
забезпечення спеціальності  к.т.н., доцент Богдан МАСЛИЯК

Гарант ОП  к.т.н., доцент Богдан МАСЛИЯК

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 Денна – 5 Заочна – 5	Галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування	Вибіркова навчальна дисципліна циклу дисциплін професійної та практичної підготовки Мова викладання - українська
Кількість залікових модулів – 3	Спеціальність 152 Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка	Рік підготовки: Денна – 3 Заочна - 3 Семестр: Денна – 5, Заочна - 5
Кількість змістових модулів – 2	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Лекції Денна – 30 год. Зочна - 8 Лабораторні заняття: Денна – 14 год. Заочна – 4 год.
Загальна кількість годин – Денна – 150, Заочна – 150		Самостійна робота: Денна - 97 год. Заочна – 138 год Тренінг – 6 год. Індивідуальна робота: Денна - 3 год.
Тижневих годин: Денна – 12 год., з них аудиторних – 7 год.		Вид підсумкового контролю: Денна – 5 семестр іспит Заочна – 8 семестр іспит

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

Завдання вивчення дисципліни "Проектування вбудованих систем" полягає в тому, щоб навчити студентів основам розробки апаратно-програмних комплексів для спеціалізованих застосувань. Включає освоєння принципів архітектури вбудованих систем, програмування мікроконтролерів, взаємодії з периферійними пристроями, а також оптимізацію ресурсів (пам'ять, енергія). Студенти отримують навички роботи з інструментами розробки та середовищами для проектування й тестування вбудованих систем у реальних умовах.

2.3. Завдання лекційних занять

Завдання лекційних занять з дисципліни "Проектування вбудованих систем" полягає в ознайомленні студентів з теоретичними основами та ключовими концепціями вбудованих систем. Лекції охоплюють такі теми, як: архітектура та компоненти вбудованих систем; огляд мікроконтролерів та мікропроцесорів; програмне забезпечення вбудованих систем; інтерфейси та протоколи зв'язку. Метою є підготувати студентів до практичного застосування цих знань у процесі розробки вбудованих рішень.

2.4 Завдання проведення лабораторних занять

Завдання лабораторних занять з дисципліни "Проектування вбудованих систем" полягає в тому, щоб надати студентам практичні навички розробки та тестування вбудованих систем. Лабораторні роботи включають: програмування мікроконтролерів і налаштування периферійних пристроїв; взаємодію з датчиками та виконавчими механізмами; реалізацію інтерфейсів зв'язку (UART, SPI, I2C). Метою лабораторних занять є застосування теоретичних знань для розв'язання реальних інженерних завдань та підготовка до самостійної розробки вбудованих систем.

3. Програма дисципліни

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 та мережею.

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» (денна форма навчання)

Теми занять	Кількість годин					
	Лекції	Лабор. роботи	ІРС	Тренінг, КПЗ	СРС	Контр. заходи
<i>Змістовний модуль 1. Основні поняття вбудованих систем.</i>						
Тема1. Поняття вбудованих систем. Огляд сучасних мікроконтролерів.	2	2	1	3	8	Поточн. опит.
Тема 2 Мікроконтролер ESP32. Основні характеристики. Порти вводу/виводу.	2	2			8	
Тема 3. Вбудований АЦП ESP32 та аналогові входи.	2	2			8	
Тема 4. Переривання та таймери.	2	2			8	
Тема 5. Інтерфейс UART.	2	2			8	
Тема 6. Робота з модулем WiFi.	4	4			8	
<i>Змістовний модуль 2. Робота з периферією ESP32 та мережею</i>						
Тема 7. Робота з модулем Bluetooth.	2	2	2	3	8	Поточн. опит.
Тема 8. Протокол MQTT.	4	4			8	
Тема 9. Інтерфейс SPI	2	2			8	
Тема 10. Інтерфейс I2C.	2	2			8	
Тема 11. Інтерфейс 1-wire.	2	2			8	
Тема 12. Текстові та графічні дисплеї у вбудованих системах.	4	2			9	
Всього:	30	14	3	6	97	

(заочна форма навчання)

Теми занять	Кількість годин		
	Лекції	Лабор. роботи	СРС
<i>Змістовний модуль 1. Основні поняття вбудованих систем.</i>			
Тема1. Поняття вбудованих систем. Огляд сучасних мікроконтролерів.			11
Тема 2 Мікроконтролер ESP32. Основні характеристики. Порти вводу/виводу.			12
Тема 3. Вбудований АЦП ESP32 та аналогові входи.	2	2	12
Тема 4. Переривання та таймери.			11
Тема 5. Інтерфейс UART.			12
Тема 6. Робота з модулем WiFi.	2		11
<i>Змістовний модуль 2. Робота з периферією ESP32 та мережею</i>			
Тема 7. Робота з модулем Bluetooth.			12
Тема 8. Протокол MQTT.			11
Тема 9. Інтерфейс SPI			12
Тема 10. Інтерфейс I2C.	2		11
Тема 11. Інтерфейс 1-wire.	2		11
Тема 12. Текстові та графічні дисплеї у вбудованих системах.		2	12
Всього:	8	4	138

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. Режим 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. Режим 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. Режим 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. Режим 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. Самостійна робота студентів

Самостійна робота студентів є однією з обов'язкових складових частин модуля залікового кредиту з курсу «Теорія автоматичного управління». Виконується у вигляді теоретичних доповідей з презентаціями кожним студентом самостійно на основі сформованого завдання, що охоплює основні теми курсу. Пропонована тематика завдань:

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. ШІМ 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.

7. Організація і проведення тренінгу

Порядок проведення тренінгу:

1. Вступна частина проводиться з метою ознайомлення студентів з темою тренінгу.
2. Організаційна частина полягає у створенні робочого настрою у колективі студентів.
3. Практична частина реалізується шляхом виконання завдань з певних проблемних питань теми тренінгу.
4. Підведення підсумків. Обговорення результатів виконаних завдань. Обмін думками з питань, що виносились на тренінг.

Мета тренінгу: забезпечення студентів комплексними теоретичними знаннями та практичними навичками побудови вбудованих комп'ютерних систем.

Завдання тренінгу: виконати проєкт та презентувати результати виконання проєктів за однією із запропонованих тем:

1. Інтерфейси мікропроцесорних систем — особливості роботи з промисловими інтерфейсами для передавання даних в межах проєктованої 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;
- підсумковий контроль кожного змістовного модуля;
- оцінювання виконання лабораторних робіт;
- оцінювання тренінгів;
- оцінювання результатів самостійної роботи;

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

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

Модуль 1		Модуль 2	Модуль 3
40%	40%	5%	15%
Поточне оцінювання	Модульний контроль	Тренінг	Самостійна робота
Середнє арифметичне з оцінок отриманих за виконання та захист лабораторних робіт 1-8	Підсумкова контрольна робота: 2 теоретичні питання по 30 балів Задача 40балів	Оцінка за виконання та захист проєкту за однією з запропонованих тем	Оцінка, за виконання та представлення результатів самостійної роботи

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)

11. 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 ЛІТЕРАТУРА

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.