

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.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Директор навчально-наукового
інституту з новітніх освітніх технологій

Святослав ПИТЕЛЬ

«__» _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни

ПРОЕКТУВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ПРИСТРОЇВ АВТОМАТИКИ»

Ступінь вищої освіти – магістр

Галузь знань – 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»

Спеціальність – 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка»

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

Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практ. (семін.) (год.)	ІРС (год.)	Тренінг (год)	СРС (год.)	Разом (год.)	Залік (сем)
Денна	1	2	30	15	5	8	92	150	2
Заочна	1	1	8	4			138	150	3

Робочу програму склав викладач кафедри СКС Заставний Олнт Михайлович

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем
протокол № 3 від 12.10.2023 р.

Завідувач кафедри СКС  Андрій СЕГІН

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
протокол № 2 від 12.10.2023 р.

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

Гарант ОП  к.т.н., доцент Андрій СЕГІН

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ПРОЕКТУВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ПРИСТРОЇВ АВТОМАТИКИ»

1. Опис дисципліни «Проектування та програмування мікропроцесорних пристроїв автоматки»

Дисципліна – Проектування та програмування мікропроцесорних пристроїв автоматки	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS: – 5	галузь знань – 15 “Автоматика та приладобудування”	Статус дисципліни – вибіркова Мова навчання - українська
Кількість залікових модулів – 3	Спеціальність – 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”	Рік підготовки: ДФН – 1, ЗФН-1 Семестр: ДФН – 2, ЗФН – 2,3
Кількість змістових модулів – 2	Освітній ступінь – магістр	ДФН: Лекції – 30 год. Практичні заняття – 15 год. ЗФН: Лекції – 8 год. Практичні заняття – 4 год
Загальна кількість годин: – 150		Самостійна робота ДФН – 100 год. (в т.ч. тренінг – 4 год) ЗФН – 138 год. Індивідуальна робота - 5 год.
Тижневих годин: 2 семестр – 10 год., з них аудиторних – 3 год.		Вид підсумкового контролю – залік

2. Мета й завдання вивчення дисципліни „Проектування та програмування мікропроцесорних пристроїв автоматки”

2.1. Мета вивчення дисципліни

Метою дисципліни „Проектування та програмування мікропроцесорних пристроїв автоматки” є вивчення студентами основних принципів побудови мікропроцесорних систем їх особливостей та елементної бази. Вивчення середовищ розробки та засобів програмування мікроконтролерів. В результаті вивчення курсу студенти отримують необхідні знання, щодо інтерфейсів та протоколів, які використовуються в мікропроцесорних системах, вміння здійснювати вибір необхідних апаратних засобів для реалізації мікропроцесорної системи, а також реалізації програм керування для мікроконтролерів задіяних в реалізації мікропроцесорної системи.

2.2. Завдання вивчення дисципліни полягає у

Досягненні необхідного рівня знань та навичок для проектування мікропроцесорних пристроїв автоматки, при вивчанні дисципліни використовуються основні засоби впливу на засвоєння навчального матеріалу. Тому в процесі викладання дисципліни розглядаються особливості реалізації проектування та програмування типових мікропроцесорних систем.

2.3. В результаті вивчення дисципліни студент повинен знати:

- принципи побудови мікропроцесорних систем;
- принципи застосування мікроконтролерів для керування автоматизованими процесами;
- інтерфейси і елементні бази.

2.4. В результаті вивчення дисципліни студент повинен вміти:

- застосовувати знання принципів проектування та програмування мікропроцесорних пристроїв автоматки (МПА);
- проектувати мікропроцесорні системи;
- застосовувати навички використання мікроконтролерів для керування автоматизованими процесами;

– використовувати інтерфейси і елементну базу для програмування мікропроцесорних систем.

3. Зміст дисципліни «Проектування та програмування мікропроцесорних пристроїв автоматики»

Змістовний модуль 1. Основні поняття мікропроцесорних пристроїв автоматики.

Тема 1. Вступ. Основні поняття мікропроцесорних пристроїв автоматики. Предмет і завдання курсу. Структури та основні компоненти мікропроцесорних систем (МПС).

Література: 1, 5, 7

Тема 2. Мікроконтролери. Мікроконтролери та їх типи. Структура типових мікроконтролерів. Ядра, які використовуються в типових мікроконтролерах. Швидкодія та енергоспоживання мікроконтролерів.

Література: 1-11

Тема 3. Периферійні модулі мікроконтролерів.

Типовий набір периферійних модулів мікроконтролерів та їх характеристики. Можливості периферійних модулів. Модулі АЦП та ЦАП.

Література: 4, 6-11

Тема 4. Елементи мікропроцесорних систем. Сучасна елементна база мікропроцесорних систем. Енергонезалежна пам'ять EEPROM. Енергонезалежна пам'ять FLASH. Модулі АЦП.

Література: 2, 5, 7

Тема 5. Графічні дисплеї. Типи графічних дисплеїв та їх інтерфейси. Методи виводу інформації на монохромні дисплеї. Методи виводу інформації на кольорові дисплеї.

Література: 8, 9

Тема 6. Архітектура системи мікроконтролерів STM32. Розподіл пам'яті. Робота з максимальною швидкодією. Блок фазового автопідстроювання частоти. Налаштування шин. Буфер Flash пам'яті. Прямий доступ до пам'яті

Література: 3, 7, 11

Тема 7. Пристрої вводу-виводу. ПБВ загального призначення. Порти вводу-виводу загального призначення. Альтернативні функції. Сигналізація подій. АЦП. Таймери загального призначення і багатофункціональні таймери. Годинник реального часу і реєстри з резервуванням живлення. Реєстри з резервуванням живлення і вхід втручання.

Література: 7,13

Тема 8. Економні режими роботи. Режим RUN. Буфер попередньої вибірки і режим напівцикл. Економні режими роботи. Режим SLEEP. Режим STOP. Режим STANDBY. Споживаний струм області з резервуванням живлення. Можливість налагодження в економних режимах.

Література: 3, 7

Змістовний модуль 2. Робота з периферійними пристроями STM32.

Тема 9. Порти вводу/виводу. GPIO. Порти вводу/виводу як невід'ємна частина мікроконтролера. Опис реєстрів GPIO. Використання StdPeriph_Lib.

Література: 3, 11

Тема 10. Послідовний інтерфейс USART. Загальний огляд STM32 USART. Призначення реєстрів STM32 USART. Ініціалізація модуля STM32 USART. Робота з перериваннями STM32 USART. Використання DMA STM32 USART.

Література: 3, 7-9, 11, 12

Тема 11. Таймери загального призначення. Базовий модуль таймера. Режими рахунку. Рахунок вгору(додавання). Рахунок вниз (віднімання). Режим вирівнювання по центру (режим рахунку вгору / вниз). Вибір тактування. Режим захоплення вхідного сигналу. Режим введення ШІМ - сигналу. STM32 TIMER general-purpose. Опис базового модуля. Тактування рахункового реєстру. Оновлення реєстрів ARR та PSC. Система тактування. STM32 TIMER. general purpose. Зовнішня синхронізація. Генерування події поновлення UEV. Режим захоплення. STM32 TIMER general purpose. Режим порівняння. Режим ШІМу

Література: 3, 7-9, 11, 12

Тема 12. Аналого-цифровий перетворювач. Основні характеристики АЦП мікроконтролерів STM32. Переривання від АЦП. STM32 ADC Опис регістрів. STM32 ADC. Опис роботи модуля. Управління інжекткованими каналами.

Література: 3, 6, 11-13

Тема 13. Цифро-аналоговий перетворювач. Основні характеристики ЦАП. Перетворення даних ЦАПом. STM32 DAC. Опис регістрів

Література: 3, 7, 11

Тема 14. Модуль прямого доступу до пам'яті DMA. Опис STM32 DMA. STM32 DMA. Ініціалізація. STM32 DMA. Опис регістрів

Література: 3, 7-9, 11, 12

Тема 15. Послідовний інтерфейс USB. Опис STM32 USB. Передача даних. Протоколи транзакцій.

Література: 3, 7, 11

4. Структура залікового кредиту дисципліни

ДФН

Теми занять	Кількість годин				
	Лекції	Практ зан.	Самостійна робота	Індивідуальна робота	Контрольні заходи
<i>Змістовний модуль 1. Основні поняття мікропроцесорних пристроїв автоматики.</i>					
Тема 1. Вступ. Основні поняття мікропроцесорних систем.	2	1	6	0,25	Поточне опитування
Тема 2. Мікроконтролери.	2	1	7	0,25	Поточне опитування
Тема 3. Периферійні модулі мікроконтролерів.	2	1	7	0,25	Поточне опитування
Тема 4. Елементи мікропроцесорних систем.	2	1	7	0,25	Поточне опитування
Тема 5. Графічні дисплеї.	2	1	7	0,25	Поточне опитування
Тема 6. Архітектура системи мікроконтролерів STM32	2	1	7	0,25	Поточне опитування
Тема 7. Пристрої вводу-виводу	2	1	7	0,25	Поточне опитування
Тема 8. Економні режими роботи	2	1	6	0,25	Модуль 1
<i>Змістовний модуль 2. Робота з периферійними пристроями STM32.</i>					
Тема 9. Порти вводу/виводу. GPIO.	2	1	6	0,25	Поточне опитування
Тема 10. Послідовний інтерфейс USART.	2	1	6	0,25	Поточне опитування
Тема 11. Таймери загального призначення.	2	1	6	0,25	Поточне опитування
Тема 12. Аналого-цифровий перетворювач.	2	1	6	0,25	Поточне опитування
Тема 13. Цифро-аналоговий перетворювач.	2	1	6	0,5	Поточне опитування
Тема 14. Модуль прямого доступу до пам'яті DMA.	2	1	6	0,5	КПІЗ
Тема 15. Послідовний інтерфейс USB.	2	1	6	1	Ректорська контрольна робота
<i>Тренінг з дисципліни</i>			4		
Всього:	30	15	100	5	Залік

ЗФН

Теми занять	Кількість годин				
	Лекції	Практ зан.	Самостійна робота	Індивідуальна робота	Контрольні заходи
<i>Змістовний модуль 1. Основні поняття мікропроцесорних пристроїв автоматики.</i>					
Тема 1. Вступ. Основні поняття мікропроцесорних систем.			9		Поточне опитування
Тема 2. Мікроконтролери.	1	1	9		Поточне опитування
Тема 3. Периферійні модулі мікроконтролерів.	1		9		Поточне опитування
Тема 4. Елементи мікропроцесорних систем.	1		9		Поточне опитування
Тема 5. Графічні дисплеї.		1	9		Поточне опитування
Тема 6. Архітектура системи мікроконтролерів STM32	1		9		Поточне опитування
Тема 7. Пристрої вводу-виводу			9		Поточне опитування
Тема 8. Економні режими роботи			9		Модуль 1
<i>Змістовний модуль 2. Робота з периферійними пристроями STM32.</i>					
Тема 9. Порти вводу/виводу. GPIO.	1		10		Поточне опитування
Тема 10. Послідовний інтерфейс USART.	1	1	10		Поточне опитування
Тема 11. Таймери загального призначення.			9		Поточне опитування
Тема 12. Аналого-цифровий перетворювач.	1		10		Поточне опитування
Тема 13. Цифро-аналоговий перетворювач.		1	9		Поточне опитування
Тема 14. Модуль прямого доступу до пам'яті DMA.	1		9		Модуль 2
Тема 15. Послідовний інтерфейс USB.			9		Модуль 3
Всього:	8	4	138		Залік

5. Тематика практичних робіт.

Практична робота № 1

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

Мета: Ознайомитися з середовищем програмування 32-х розрядних мікроконтролерів

Питання для обговорення:

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

Література: 1, 3, 7, 8

Практична 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: 1, 2, 8

Практична робота № 3

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, 6, 8, 9

Практична робота № 4

Тема: Робота з пристроями по інтерфейсу I2C.

Мета: Ознайомитися з роботою та конфігурацією послідовного інтерфейсу I2C.

Питання для обговорення:

1. Характеристики послідовного інтерфейсу I2C;
2. Режими роботи I2C;
3. Ініціалізація I2C;
4. Переривання I2C.

Література: 2, 3, 6, 8, 9

Практична робота № 5

Тема: Робота з пристроями по інтерфейсу SPI.

Мета: Ознайомитися з роботою та конфігурацією послідовного інтерфейсу SPI.

Питання для обговорення:

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

Література: 2, 3, 6, 8, 9

Практична робота № 6

Тема: Робота з символьним дисплеєм.

Мета: Ознайомитися з роботою та конфігурацією символьного дисплею.

Питання для обговорення:

1. Характеристики символьних дисплеїв на базі контролера HD44780;
2. Протоколи роботи HD44780;
3. Ініціалізація HD44780;
4. Створення власних символів;

Література: 4, 9

Практична робота № 7

Тема: Робота з графічним дисплеєм.

Мета: Ознайомитися з роботою та конфігурацією графічного дисплею на прикладі монохромного дисплею Nokia 5110.

Питання для обговорення:

1. Характеристики графічних дисплеїв на базі контролера PCD8544;
2. Регістри контролера PCD8544;
3. Ініціалізація PCD8544;
4. Вивід графічної інформації на дисплей;
5. Створення шрифтів;
6. Вивід текстової інформації на дисплей;

Література: 4, 9

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 STM32.
7.	Організація пам'яті STM32.
8.	Бібліотека StdPeriph_Lib.
9.	Особливості обробки переривань в STM32.
10.	Операції з дійсними числами з використанням модуля DSP.
11.	ШИМ модуляція
12.	Сенсори мікропроцесорних систем
13.	Інтерфейс CAN.
14.	Інтерфейс Ethernet.
15.	Контролер DMA.
16.	Криптографічний модуль STM32.
17.	Годинник реального часу та енергонезалежна пам'ять.

8. 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 проектованої 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.

9. 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.

10. Методи оцінювання.

В процесі вивчення дисципліни «Проектування та програмування мікропроцесорних пристроїв автоматики» використовуються наступні методи оцінювання навчальної роботи студентів:

- поточне тестування та опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- оцінювання виконання КППЗ;
- ректорська контрольна робота;
- підсумковий екзамен;

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Проектування та програмування мікропроцесорних пристроїв автоматики» визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Семестр 2 - залік

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2 (ректорська контрольна робота)	Заліковий модуль 3 (підсумкова оцінка за КППЗ, враховуючи поточне опитування)
30	40	30
1. Письмова робота – мах 40 балів. 2. Практичне завдання: 4 практичн заняття по 15 – мах 60 балів	1. Письмова робота – мах 40 балів. 2. Практичне завдання: 3 практичн заняття по 20 – мах 60 балів	1. Підготовка КППЗ – мах 40 балів. 2. Захист КППЗ – мах 40 балів. 3. Участь у тренінгах – мах 20 балів

Шкала оцінювання:

За шкалою університету	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 -15
2	Персональні комп'ютери	1 -15
3	Комунікаційне програмне забезпечення (Zoom) для проведення занять у режимі он-лайн (за	1 -15

	необхідності)	
4	Комунікаційна навчальна платформа (Moodle) для організації дистанційного навчання (за необхідності)	1 -15
5	Наявність доступу до мережі Інтернет	1 -15
6	Електронний варіант конспекту лекцій	1 -15
7	Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт (електронний варіант)	1 - 8
8	Програмне забезпечення: Visual Studio Code; VSCodium; STM32CubeIde; STM32CubeMX; STM32ST-Link; LibreOffice	1-8

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Kurniawan A. Getting Started With STM32 Nucleo Development // PE Press, 2019. — 137 p.
2. Gay Warren. Beginning STM32: Developing with FreeRTOS, libopenm3 and GCC // Apress, 2018. — 409 p.
3. Kurniawan A. MicroPython for STM32 Nucleo Technical Workshop (+code) // PE Press, 2018. - 125 p.
4. Norris Donald. Programming with STM32: Getting Started with the Nucleo Board and C/C++ // McGraw-Hill Education, 2018. — 304 p.
5. Noviello C. Mastering STM32. Rel.0.21 // Leanpub, 2018. — 819 p.
6. Watanabe K. Introduction to STM32 ARM Microcontroller with STM HAL-Library & SW4STM32 (+ sources code) // Amazon Digital Services LLC, 2018. — 99 p.
7. Карпенков А.С. Проектирование микропроцессорных систем // Учебно-методическое пособие. — Ковров: Ковровская государственная технологическая академия, 2019. — 38 с.
8. Огородников И.Н. Микропроцессорная техника: введение в Cortex-M3 // Учебное пособие. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2019. — 116 с.
9. Торгаев С.Н., Мусоров И.С., Солдатов А.А., Сорокин П.В. Программирование микроконтроллеров с ядром Cortex-M3 в задачах диагностики и контроля // Учебное пособие. — Томск: STT, 2020. — 104 с.