

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційних радіотехнологій і технічного захисту інформації

(назва інституту, факультету, відділення)

Кафедра Мікропроцесорних технологій і систем



"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Декан факультету ІРТЗІ

Сергій САКАЛО

(Підпис, прізвище, ініціали)

"02" 09 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мікропроцесорні пристрої та системи.

(шифр і назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти магістерський

спеціальність 171 Електроніка

ОНП: Інженерія мікропроцесорних систем

(назва освітньої програми)

Харків – 2024 р.

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

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри МТС

Протокол від «30» серпня 2024 р. № 1

В.о. завідувача кафедри
МТС



(підпис)

Зубков О.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник групи забезпечення зі спеціальності:

(підпис)

Т.Г. Фролова,
(ініціали, прізвище)

Схвалено методичною комісією факультету ІРТЗІ

Протокол від “02” 09 2024 р. № 1_____

Голова методичної комісії



(підпис)

О.І. Іванова
(прізвище та ініціали)

© Зубков О.В., 2024

© ХНУРЕ, 2024

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС* 7	Обов'язкова	
Модулів** 2	Рік підготовки:	
Змістових модулів 3	1-й	
Курсовий проект	Семестр	
Загальна кількість годин 210	1-й	
	Кількість годин	
	210	-
	Аудиторні: 1) лекції, год	
Мова навчання: українська	28	-
	2) практичні, год	
	10	-
	3) лабораторні, год	
	32	-
	4) консультації, год	
	16	-
	Самостійна робота, год	
	124	-
	в тому числі: 1) інд. завд., год.	
	-	-
	2) курсова робота, год	
	20	-
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 STM32F407 виробництва фірми ST мовою C++, внутрісхемного налагодження програмного забезпечення мікропроцесорів. Значна увага приділяється вивченню мови програмування, роботі з програмним пакетом STM32CubeIDE, для написання та налагодження програм, застосуванню цих мікропроцесорів в цифрових пристроях передавання та обробки інформації.

2.2 Результати навчання

За результатом вивчення дисципліни студенти повинні:

знати:

- основні команди та макроси мови C для написання програмного забезпечення для мікропроцесорів серії STM32F4;
- можливості, внутрішню структуру та принципи функціонування мікропроцесорів серії STM32F4;
- структуру програми на мові C для мікропроцесорів серії STM32F4 та основні бібліотеки;
- принципи конфігурування мікроконтролера та налагодження програми у середовищі STM32CubeIDE;
- програмування внутрішніх вузлів та периферії мікропроцесору мовою C;
- принципи підключення до мікропроцесору кнопок, індикаторів, датчиків, інтерфейсних перетворювачів 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, пристрій керування графічним дисплеєм і т.ін.;
- налагоджувати програмне забезпечення з використанням пакету STM32CubeIDE;
- запрограмувати мікропроцесор.

володіти (перелік сформованих компетентностей):

- ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- 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.
- Р12. Узагальнювати сучасні наукові знання в галузі електроніки та застосовувати їх для розв'язання складних науково-технічних задач, доведення отриманих рішень до рівня конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах.

- 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.

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

3

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Сучасні мікроконтролери STM32 та основи мови C.

Тема 1. Огляд та порівняльний аналіз технічних характеристик різних серій процесорів STM32.

Тема 2. Основи мови C. Змінні, масиви, арифметичні та логічні оператори, умовні оператори, цикли, функції, бібліотеки.

Тема 3. Структура програми, налагодження програми у STM32CubeIDE, робота операційної системи FreeRTOS.

Змістовий модуль 2. Програмування ARM процесорів STM32.

Тема 1. Конфігурування портів вводу-виводу, переривання по входам, опитування входів та керування виходами з використанням функцій бібліотеки HAL.

Тема 2. Типи таймерів, робота таймерів та їх конфігурування, переривання. Запуск таймерів з використанням функцій бібліотеки HAL.

Тема 3. Аналого-цифровий перетворювач: функціонування, характеристики, конфігурування, переривання, використання DMA. Запуск АЦП з використанням функцій бібліотеки HAL.

Тема 4. Конфігурування та програмування вбудованого цифро-аналогового перетворювача.

Змістовий модуль 3. Програмування вбудованої та зовнішньої периферії.

Тема 1. Конфігурування та програмування вбудованого інтерфейсу UART.

Тема 2. Конфігурування та програмування вбудованого інтерфейсу SPI.

Тема 3. Підключення та програмування графічного дисплея ILI9328.

Тема 4. Реалізація цифрової фільтрації сигналів.

Тема 5. Реалізація PID регуляторів.

Тема 6. Підключення та обробка показань датчиків.

Тема 7. Обмін даними між задачами з використанням черг в операційній системі FreeRTOS.

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
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Сучасні мікроконтролери STM32 та основи мови C												
Тема 1. Огляд та порівняльний аналіз технічних характеристик різних серій процесорів STM32.	4	2				2						
Тема 2. Основи мови C. Змінні, масиви, арифметичні та логічні оператори, умовні оператори, цикли, функції, бібліотеки.	4	2				2						
Тема 3. Структура програми, налагодження програми у STM32CubeIDE та Proteus, робота операційної системи FreeRTOS.	14	2	2	4	2	4						
Разом за зміст. мод. 1	22	6	2	4	2	8						
Змістовий модуль 2. Програмування ARM процесорів STM32												
Тема 1. Конфігурування портів вводу-виводу, переривання по входам, опитування входів та керування виходами з використанням функцій бібліотеки HAL.	14	2	2	4		6						
Тема 2. Типи таймерів, робота таймерів та їх конфігурування, переривання. Запуск таймерів з використанням функцій бібліотеки HAL.	20	2		8	2	8						
Тема 3. Аналого-цифровий перетворювач: функціонування, характеристики, конфігурування, переривання, використання DMA. Запуск АЦП з використанням функцій бібліотеки HAL.	16	2		4	2	8						
Тема 4. Конфігурування та програмування вбудованого цифро-аналогового перетворювача.	14	2		4	2	6						
Разом за зміст. мод. 2	64	8	2	20	6	26						

Усього годин за мод. 1	86	14	4	20	8	36						
-------------------------------	-----------	-----------	----------	-----------	----------	-----------	--	--	--	--	--	--

Модуль 2												
Змістовий модуль 3. Програмування вбудованої та зовнішньої периферії												
Тема 1. Конфігурування та програмування вбудованого інтерфейсу UART.	14	2		4	2	6						
Тема 2. Конфігурування та програмування вбудованого інтерфейсу SPI.	10	2	2			6						
Тема 3. Підключення та програмування графічного дисплея ILI9328.	10	2			2	6						
Тема 4. Реалізація цифрової фільтрації сигналів.	14	2		4		8						
Тема 5. Реалізація PID регуляторів.	10	2	2		2	4						
Тема 6. Підключення та обробка показань датчиків. Зберігання даних у внутрішній пам'яті	8	2	2			4						
Тема 7. Обмін даними між задачами з використанням черг в операційній системі FreeRTOS.	8	2			2	4						
Разом за зміст. мод. 3	74	14	6	8	8	40						
Усього годин за мод.2	74	14	6	8	8	40						
Індивідуальні завдання												
Курсовий проект	50					50						
Усього годин за семестр	210	28	10	32	14	124						

5 ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ (СЕМІНАРСЬКИХ) ЗАНЯТЬ

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Знайомство з середовищем програмування мікроконтролерів STM32 – STM32CubeIDE	2	
2	Знайомство з середовищем симуляції роботи мікроконтролерів STM32 – Proteus	2	
3	Реалізація ПІД регуляторів	2	
4	Зберігання даних у внутрішній flash пам'яті процесора	2	
5	Вивчення використання інтерфейса SPI	2	
	Загальна кількість, год.	10	

6 ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Вивчення архітектури і принципів роботи портів вводу-виводу процесора STM32f407vgt	4	
2	Вивчення програмування таймеру	4	

3	Вивчення програмування вбудованого аналого-цифрового перетворювача	4	
4	Вивчення режиму захвату таймера	4	
5	Вивчення програмування вбудованого асинхронного інтерфейса UART	4	
6	Вивчення програмування вбудованого цифро-аналогового перетворювача	4	
7	Вивчення обміну даними між задачами за допомогою черг	4	
8	Цифрова фільтрація аналогового сигналу	4	
	Загальна кількість, год.	32	

7

САМОСТІЙНА РОБОТА

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Вивчення теоретичного матеріалу з використанням конспектів і навчальної літератури	22	
2	Підготовка до лабораторних занять	32	
3	Підготовка до практичних занять	20	
3	Виконання курсового проекту	50	
	Загальна кількість	124	

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, анування, 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 проекти; 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	
Мікроконтролери	
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 STM32 та основи мови C++, програмування ARM процесорів STM32, програмування вбудованої та зовнішньої периферії.

У першому розділі необхідно вивчити технічні характеристики сучасних мікроконтролерів STM32, основи мови C++ для програмування мікроконтролерів, структуру основної програми в STM32CubeIDE та головні бібліотеки, що використовуються при написанні програми, принципи реалізації багатозадачних додатків.

У другому розділі обов'язковим є вивчення архітектури портів вводу-виводу, таймерів, аналого-цифрового перетворювача, цифро-аналогового перетворювача та програмування усієї цієї периферії з використанням функцій високорівневої бібліотеки HAL. Також необхідно освоїти налаштування вище перелічених вузлів з використанням програми STM32CubeIDE і внутрисхемне налагодження розробленого програмного забезпечення у режимі Debug.

У третьому розділі необхідно засвоїти архітектуру вбудованих інтерфейсів USART, SPI, FSMC і їх використання для підключення пристроїв та датчиків. Також необхідно вивчити програмне формування зображення на дисплей ILI9328 за допомогою інтерфейсу FSMC. У цьому розділі треба засвоїти питання цифрової фільтрації аудіосигналів, автоматичного керування з використанням програмно реалізованих PID регуляторів і зовнішніх датчиків, керування навантаженням.

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру.

Задовільно, D, E (60-74). Мати мінімум знань і умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. 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		
66–74	D		

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. Geoffrey Brown. *Discovering the STM32 Microcontroller*. USA, 2016. - 244p.
2. Програмування мікроконтролерів STM32 в середовищі STM32CubeIDE в прикладах і задачах: Навч. посіб. / О. В. Зубков, І. В. Свид, О. В. Воргуль, В. В. Семенець. Дніпро : ЛІРА ЛТД, 2022. 144 с.

Допоміжна література:

10.2 Методичні вказівки до різних видів занять

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Мікропроцесорні пристрої та системи» 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, 2023. – 108 с.

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Мікропроцесорні пристрої та системи» 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, 2023. – 45 с.

11 ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

STM32CubeIDE.