



Програмування для мікропроцесорних систем

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>				
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>				
Спеціальність	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>				
Освітня програма	<i>Управління, захист та автоматизація енергосистем;</i>				
Статус дисципліни	<i>Професійна підготовка</i>				
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>				
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>				
Обсяг дисципліни	<i>Кількість кредитів ECTS – 4, кількість годин - 120</i>				
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/ Модульні контрольні роботи</i>				
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/				
	Розподіл годин за видами занять				
	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Індивідуальні заняття	СРС
	36	–	18	–	66
	1 раз на тиждень	–	1 раз на 2 тижні	–	
	Контрольні заходи				
	Іспит	Залік	МКР (кількість)	РГР, РР, ГР (кількість)	ДКР (кількість)
	+	–	2	–	–
Мова викладання	<i>Українська</i>				
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., ст. викладач, Тимохін Олександр Вікторович, tymokhin@ukr.net</i> Практичні / Семінарські: – Лабораторні: <i>ас. Тимохіна Анастасія Олександрівна, a.planida@ukr.net</i>				
Розміщення курсу	<i>Google classroom</i>				

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна “Програмування для мікропроцесорних систем” (ПМПС) призначається для вивчення студентами апарату програмування низького (мова програмування *Assembler*) і прикладного (мова програмування *C*) рівнів із використанням операційних систем реального часу для вбудованих систем (операційна система *FreeRTOS*) в задачах для мікропроцесорних систем. Матеріал базується на сучасній і типовій архітектурі мікропроцесорних систем і включає широкий обсяг реальних електроенергетичних задач цього рівня (елементи пристроїв релейного захисту та обліку електроенергії, систем аналізу стану комутаційних апаратів підстанцій та ін.).

Компетенції:

ЗК01. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК02. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК04. Здатність використовувати іноземну мову для здійснення науково-технічної діяльності.

ЗК05. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК06. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

ФК01. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК09. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем

ФК11. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач, планувати, організовувати та проводити наукові дослідження в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Програмні результати навчання:

РН06. Здійснювати пошук джерел ресурсної підтримки для додаткового навчання, наукової та інноваційної діяльності.

РН14. Опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

РН22. Знати та розуміти підходи до розв'язання задач визначення напрямків оптимального розвитку електричних систем із застосуванням методів лінійного, нелінійного та дискретного програмування.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Даний кредитний модуль відповідно до структурно-логічної схеми ОКР «магістр» базується на знаннях, отриманих студентами при вивченні таких дисциплін циклів математичної, природничо-наукової та професійної і практичної підготовки, дисциплін за вибором ВНЗ, як “Вища математика”, “Фізика”, “Цифрова електроніка в електроенергетиці”, “Теоретичні основи електротехніки”, “Релейний захист”, “Алгоритмізація та програмування електроенергетичних задач”. В свою чергу ПМПС забезпечує студентів технологічним апаратом у проектних і науково-дослідних роботах при виконанні дипломних проектів магістерських дисертацій.

Теоретичною і методологічною основою даного модулю є курси циклу професійної та практичної підготовки світоглядних дисциплін – математики, загальної фізики, інформатики, теоретичних основ електротехніки та промислової електроніки, що складають основний теоретичний фундамент для вивчення даного кредитного модулю.

Технологічне спрямування даного модулю ґрунтується на реалізації вимог до підготовки кадрів, встановлених освітньо-кваліфікаційною характеристикою для ОКР «магістр» спеціальності «Управління, захист та автоматизація енергосистем», націлених на рішення основних передпроектних, технологічних, експлуатаційних і конструкторських задач, що виникають в процесі виробництва та розподілу електроенергії. В цілому, це дозволяє озброїти СРС студента сучасними знаннями новітніх методів, засобів і способів розуміння принципів побудови та підходів до програмування сучасних мікропроцесорних систем та їх окремих складових частин.

Практичне спрямування кредитного модулю дисципліни «Програмування мікропроцесорних систем» зорієнтоване на прищеплення студентам умінь і навиків інженера–

програміста мікропроцесорних систем, спроможного приймати самостійні творчі рішення при програмуванні та налагоджуванні сучасних мікропроцесорних систем, що використовуються в процесі виробництва та розподілу електроенергії.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Системи числення, формати даних для МП систем, структура програми на мові Assembler для мікроконтролерів серії Atmel AVR ATmega, робота із стандартними типами даних та периферійними пристроями на мові Assembler.

Тема 1.1. Системи числення. Арифметичні операції у різних системах числення. Одиниці інформації

Тема 1.2. Система команд мікроконтролерів серії Atmel AVR ATmega. Приклади програмування на мові Assembler.

Тема 1.3. Адресація, обмін інформацією між процедурами.

Тема 1.4 Периферійні пристрої, та робота із ними. Переривання від периферійних пристроїв.

Тема 1.5 Цілочисельне програмування, формат чисел з фіксованою крапкою.

Тема 1.6. Формат чисел з плаваючою крапкою, Стандартні операції для чисел із плаваючою комою на мові Assembler.

Розділ 2. Структура проекту програми на мові C, робота із периферійними пристроями на мові програмування C, використання операційної системи FreeRTOS на мікроконтролерах серії Atmel AVR ATmega.

Тема 2.1. Структура проекту програми на мові C, додавання операційної системи FreeRTOS до проекту для мікроконтролерів серії Atmel AVR ATmega.

Тема 2.2. Використання переривань в програмах на мові програмування C для мікроконтролерів серії Atmel AVR ATmega.

Тема 2.3. Системні об'єкти операційної системи FreeRTOS, поняття задачі, питанні синхронізації задач, потокозахищенність об'єктів та даних у операційній системі FreeRTOS.

Розділ 3. Апаратні інтерфейси мікропроцесорних систем

Тема 3.1. Інтерфейси UART та USART

Тема 3.2. Інтерфейс SPI

Тема 3.3. Інтерфейс I²C (TWI)

Тема 3.4. Інтерфейс USB

Тема 3.5. Інтерфейс Ethernet

Тема 3.6. Інтерфейс 1-wire Dallas

4. Навчальні матеріали та ресурси

1. Банін Д.Б., Банін М.Д. Конспект лекцій по курсу "Програмування для мікропроцесорних систем" [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL :

http://ae.fea.kpi.ua/doc/subjects/PMPS/Konspect_PMPS.doc.

2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт по курсу "Програмування для мікропроцесорних систем " [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL :

http://ae.fea.kpi.ua/doc/subjects/PMPS/Lab_rab_PMPS.doc.

3. Курниц А. FreeRTOS — операционная система для микроконтроллеров. Часть 1. Компоненты и технологии. №2, 2011 – С. 96-100

4. Курниц А. FreeRTOS — операционная система для микроконтроллеров. Часть 2. Компоненты

и технологии. №3, 2011 – С. 109-114

5. Курниц А. FreeRTOS — операционная система для микроконтроллеров. Часть 3. Компоненты и технологии. №4, 2011 – С. 96-102

6. Курниц А. FreeRTOS — операционная система для микроконтроллеров. Часть 4. Компоненты и технологии. №5, 2011 – С. 97-102

7. Курниц А. FreeRTOS — операционная система для микроконтроллеров. Часть 5. Компоненты и технологии. №6, 2011 – С. 98-104

8. Курниц А. FreeRTOS — операционная система для микроконтроллеров. Часть 6. Компоненты и технологии. №7, 2011 – С. 23-32

9. Курниц А. FreeRTOS — операционная система для микроконтроллеров. Часть 7. Компоненты и технологии. №8, 2011 – С. 132-140

10. Курниц А. FreeRTOS — операционная система для микроконтроллеров. Часть 8. Компоненты и технологии. №9, 2011 – С. 97-104

11. Курниц А. FreeRTOS — операционная система для микроконтроллеров. Часть 9. Компоненты и технологии. №10, 2011 – С. 93-100

12. Редькин П. П. 32/16-битные микроконтроллеры ARM7 семейства AT91SAM7 фирмы Atmel.: Руководство пользователя. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2008. – 704с.

13. Белов А. В. Микроконтроллеры AVR в радиолюбительской практике – СПб.: Наука и Техника, 2007. – 352с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
Змістовний модуль 1. Системи числення, формати даних для МП систем, структура програми на мові Assembler для мікроконтролерів серії Atmel AVR ATmega, робота із стандартними типами даних та периферійними пристроями на мові Assembler.	
Тема 1.1. Системи числення. Арифметичні операції у різних системах числення. Одиниці інформації	
1.	Системи числення. Одиниці інформації. Поняття одиниці інформації та її роль при програмуванні мікропроцесорних систем. Поняття позиційних систем числення. Основи двійкової, восьмеричної, шістнадцяткової систем числення, їх зв'язок із десятковою системою числення. Поняття знаку і додаткового коду.
2.	Арифметичні операції у різних системах числення Принципи реалізації основних математичних операцій в двійковій, восьмеричній, шістнадцятковій системах числення.
Тема 1.2. Системи числення. Арифметичні операції у різних системах числення. Одиниці інформації	
3.	Система команд мікроконтролерів серії AVR ATmega Atmel. Приклади програмування на мові Assembler. Розгляд мікроконтролерів серії AVR ATmega фірми Atmel з точки зору програміста. Класи апаратно реалізованих команд мікроконтролерів серії AVR ATmega фірми

	Atmel. Приклади реалізації деяких базових операцій на мікроконтролерах серії AVR ATmega фірми Atmel
Тема 1.3. Адресація, обмін інформацією між процедурами.	
4.	Адресація, обмін інформацією між процедурами Принципи модульного програмування на мові Assembler. Принципи реалізації процедур та функцій на мові Assembler для мікроконтролерів серії AVR ATmega фірми Atmel
Тема 1.4. Периферійні пристрої, та робота із ними. Переривання від периферійних пристроїв.	
5.	Периферійні пристрої у системах на мікропроцесорах та мікроконтролерах та переривання у них. Поняття периферійного пристрою для систем на мікропроцесорах та мікроконтролерах. Організація вбудованих периферійних пристроїв у мікроконтролерах серії AVR ATmega фірми Atmel. Організація векторної системи переривань у мікроконтролерах серії AVR ATmega фірми Atmel
6.	Таймери як периферійні пристрої у мікроконтролерах серії AVR ATmega фірми Atmel. Таймери та їх можливості у мікроконтролерах серії AVR ATmega фірми Atmel. Основні режими їх роботи. Принципи налаштування таймерів у мікроконтролерах серії AVR ATmega фірми Atmel. Переривання таймерів мікроконтролерах серії AVR ATmega фірми Atmel.
Тема 1.5. Цілочисельне програмування, формат чисел з фіксованою крапкою.	
7.	Цілочисельне програмування, формат чисел з фіксованою крапкою. Відмінність у форматах цілих чисел та чисел із фіксованою крапкою. Область застосування чисел із фіксованою крапкою. Реалізація зберігання та роботи із цілими числами та числами із фіксованою крапкою на системах із різною розрядністю.
Тема 1.6. Формат чисел з плаваючою крапкою, Стандартні операції для чисел із плаваючою комою на мові Assembler	
8.	Формат чисел з плаваючою крапкою. Реалізація формату чисел із плаваючою комою одинарної та подвійної точності. Пакування та розпаковка чисел цілих чисел та чисел із плаваючою комою у формати із плаваючою комою. Реалізація основних математичних операцій для чисел із плаваючою комою 1. Алгоритмічна реалізація математичних операцій додавання та віднімання для чисел із плаваючою комою.
9.	Реалізація основних математичних операцій для чисел із плаваючою комою 2. Алгоритмічна реалізація математичних операції множення для чисел із плаваючою комою.

Змістовний модуль 2. Структура проекту програми на мові C, робота із периферійними пристроями на мові програмування C, використання операційної системи FreeRTOS на мікроконтролерах серії Atmel AVR ATmega	
Тема 2.1. Структура проекту програми на мові C, додавання операційної системи FreeRTOS до проекту для мікроконтролерів серії Atmel AVR ATmega	
10.	Структура проекту програми на мові C для мікроконтролерів серії Atmel AVR ATmega, додавання їх в проект. Структура проекту програми на мові C для мікроконтролерів серії Atmel AVR ATmega, склад вихідних кодів операційної системи FreeRTOS та додавання їх в проект, налаштування проекту на мові C для мікроконтролерів серії Atmel AVR ATmega для використання вихідних кодів операційної системи FreeRTOS Налаштування операційної системи FreeRTOS при використанні в проектах для мікроконтролерів серії Atmel AVR ATmega Основні принципи налаштування операційної системи FreeRTOS. Платформозалежна та платформонезалежна частини операційної системи FreeRTOS. Налаштування платформозалежної частини операційної системи FreeRTOS. Моделі роботи пам'яті та їх застосування при використанні операційної системи FreeRTOS.
Тема 2.2. Використання переривань в програмах на мові програмування C для мікроконтролерів серії Atmel AVR ATmega	
11.	Підходи до використання переривань в проектах на мові C Підходи до використання переривань в проектах на мові C для мікроконтролерів серії Atmel AVR ATmega, їх ініціалізація та програмування Узгодження апаратних переривань мікроконтролерів із операційної системи FreeRTOS Узгодження апаратних переривань мікроконтролерів серії Atmel AVR ATmega із операційної системи FreeRTOS. Використання функцій операційної системи FreeRTOS у перериваннях.
Тема 2.3. Системні об'єкти операційної системи FreeRTOS, поняття задачі, питанні синхронізації задач, потокозахищенність об'єктів та даних у операційній системі FreeRTOS.	
12.	Системні об'єкти операційної системи FreeRTOS Поняття задачі в операційній системі FreeRTOS. Їх створення та життєвий цикл. Пріоритети задач, параметри задач, тощо. Синхронізація в операційній системі FreeRTOS Поняття потокозахищенності. Потокозахищенність даних. Критичні секції. Потокозахищенність ресурсів. Об'єкти синхронізації.
Змістовний модуль 3. Апаратні інтерфейси мікропроцесорних систем	
Тема 3.1. Інтерфейси UART та USART	
13.	Інтерфейси UART та USART

	Принцип передачі даних по інтерфейсах UART та USART. Відмінності UART та USART. Основи роботи з UART та USART у мікроконтролерах серії AVR ATmega фірми Atmel
Тема 3.2. Інтерфейс SPI	
14.	Інтерфейс SPI Принцип передачі даних по інтерфейсу SPI. Основи роботи з SPI у мікроконтролерах серії AVR ATmega фірми Atmel
Тема 3.3. Інтерфейс I ² C (TWI)	
15.	Інтерфейс I²C (TWI) Принцип передачі даних по інтерфейсу I ² C (TWI). Основи роботи з I ² C (TWI) у мікроконтролерах серії AVR ATmega фірми Atmel
Тема 3.4. Інтерфейс USB	
16.	Інтерфейс USB Принцип роботи інтерфейсу USB. Особливості використання інтерфейсу USB у мікроконтролерах
Тема 3.5. Інтерфейс Ethernet	
17.	Інтерфейс Ethernet Принцип роботи інтерфейсу Ethernet. Особливості використання інтерфейсу Ethernet у мікроконтролерах. Поняття MAC та PHY рівнів.
Тема 3.6. Інтерфейс 1-wire Dallas	
18.	Інтерфейс 1-wire Dallas Принцип передачі даних по інтерфейсу 1-wire Dallas. Основи роботи з 1-wire Dallas. Принципи програмної реалізації інтерфейсу 1-wire Dallas у мікроконтролерах серії AVR ATmega фірми Atmel

Практичні заняття

Не передбачені

Семінарські заняття

не передбачені

Лабораторні роботи

Мета циклу лабораторних робіт – вивчення на основних вузлів та блоків ЕОМ; опанування навиками самостійної роботи з мікро ЕОМ та окремими блоками ЕОМ; вміння проектувати та налаштовувати окремі вузли систем управління та засобів автоматизації.

№ з/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)
1.	Структура проекту програми на мові C, додавання операційної системи FreeRTOS.
2.	Основи організації та роботи із пам'яттю у операційних системах реального часу для мікроконтролерів

3.	Об'єкти синхронізації в операційних системах реального часу
4.	Робота з таймером операційної системи
5.	Переривання в мікроконтролерах при використанні мови програмування C.

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять Літературні джерела: [1,3-6]	20
2	Підготовка до МКР Літературні джерела: [1]	6
3	Підготовка до лабораторних робіт Літературні джерела: [2]	20
4	Підготовка до екзамену	30

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять студентами є обов'язковими. У разі наявності у студента документа, що виправдовує неможливість своєчасного проходження модульної контрольної роботи, йому надається можливість здати роботу протягом тижня після його появи на заняттях.

Під час виконання **модульних контрольних робіт (МКР)** та написанні **заліку забороняється**:

- користуватися джерелами інформації у паперовому чи електронному вигляді,
- забороняється консультуватися зі сторонніми особами. За несамотійне виконання завдання (після консультації із іншими особами чи колективної наради) студенти, що були задіяні у консультуванні чи колективній нараді, отримують штрафні бали.

За порушення вище зазначених правил при:

- написанні МКР стягується 5 балів від оцінки студента
- написанні заліку – студент відправляється на перездачу

Заохочувальні бали нараховуються за активну участь студента на лекції +1 бал.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль:

1. Робота на лекціях:

Ваговий бал	2
Максимальна кількість балів на всіх лекційних заняттях	4

Критерій оцінювання за визначенням чотирьох рівнів:

Правильна відповідь, розв'язання задачі	2
Відповідь або розв'язання задачі з незначними помилками	1
Активна участь у проведенні заняття	0,5
Неправильна або відсутня відповідь чи розв'язання задачі	0

2. Модульна контрольна робота:

<i>Ваговий бал</i>	<i>31</i>
<i>Максимальна кількість балів за дві контрольні роботи</i>	<i>31</i>

Критерій оцінювання:

<i>Розв'язання завдання _1</i>	<i>10</i>
<i>Розв'язання завдання _2</i>	<i>10</i>
<i>Розв'язання задачі</i>	<i>11</i>

3. Лабораторні роботи:

<i>Ваговий бал</i>	<i>5</i>
<i>Максимальна кількість балів за дві контрольні роботи</i>	<i>25</i>

4. Екзамен

<i>Ваговий бал</i>	<i>40</i>
--------------------	-----------

Критерій оцінювання:

<i>Теоретичне питання 1</i>	<i>11</i>
<i>Теоретичне питання 2</i>	<i>11</i>
<i>Теоретичне питання 3</i>	<i>11</i>
<i>Задача</i>	<i>7</i>

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: мінімальний семестровий рейтинг більше 40 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
<i>100-95</i>	<i>Відмінно</i>
<i>94-85</i>	<i>Дуже добре</i>
<i>84-75</i>	<i>Добре</i>
<i>74-65</i>	<i>Задовільно</i>
<i>64-60</i>	<i>Достатньо</i>
<i>Менше 60</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>Не виконані умови допуску</i>	<i>Не допущено</i>

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено ст. викладач, к.т.н., Тимохін Олександр Вікторович

Ухвалено кафедрою автоматизації енергосистем (протокол № 1 від 30.08.2021р)

Погоджено Методичною комісією факультету ФЕА (протокол № 1 від 30.08.2021р.)