



Програмування апаратних засобів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	172 Електронні комунікації та радіотехніка
Освітня програма	Інженерія інноваційних інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна) / заочна
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЕКТС. 120 годин (лекції - 36 годин, практичні заняття (комп'ютерні практикуми) - 18 годин, самостійна робота - 66 годин)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Модульна контрольна робота Залік
Розклад занять	Згідно з розкладом
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., Лисенко Д.С. 067-386-43-21, itmpaz@gmail.com Практичні / Семінарські: к.т.н., Лисенко Д.С.
Розміщення курсу	https://sites.google.com/site/itmpaz2011/

Програма навчальної дисципліни

1. Загальні відомості

Дисципліна є профільною у підготовці фахівців з програмування та налагодження вбудованих систем. Дисципліна надає знання в області структури апаратних засобів та принципів їх функціонування засобів програмування та налагодження таких систем.

В дисципліні розглядаються основні засади побудови мікроконтролерів, їх визначення, принципи реалізації апаратного та програмного забезпечення, основні типи інтерфейсів, архітектура програмно апаратних засобів, приклади побудови складних мікропроцесорних систем а також особливості їх реалізації.

При вивченні дисципліни розглядаються найбільш відомі підходи, методи, алгоритми та засоби які застосовуються при вирішенні задач проектування та програмування апаратних комплексів, що використовуються в системах зв'язку.

Дисципліна базується на знаннях, отриманих студентами при вивченні курсів математичних, інженерно-технічних та спеціальних дисциплін, що визначаються навчальними планами вузу за бакалавратом з електронних комунікацій та радіотехніки, а саме забезпечується такими дисциплінами базової освіти за напрямком:

- “Інформатика”,
- « Вища математика»,
- « Теорія випадкових процесів».
- “Захист інформації в телекомунікаційних мережах”
- «Алгоритмічне програмне забезпечення»

2. Розподіл учбового часу по семестрах та видах занять

Програмування апаратних засобів	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота студентів	Модульна контр. робота	Семестровий контроль залік
Всього 120 годин	36	8	66	6	4

3. Мета і задачі дисципліни

Метою дисципліни є:

Надати студентам знань та практичного уявлення що до принципів та підходів до побудови та програмування вбудованих систем, які широко застосовуються в системах зв'язку.

В результаті вивчення учбової дисципліни студенти повинні:

ЗНАТИ:

- основні принципи та методології побудови та проектування вбудованих систем;
- основні види інтерфейсів які використовуються у таких системах;
- основні методи та підходи до розробки програмного забезпечення вбудованих систем;
- технології та програмні засоби розробки вбудованих систем, зокрема побудованих на базі мікроконтролерів.

ВМІТИ:

- Виконувати аналіз вбудованих систем
- Розробляти програмне забезпечення для вбудованих систем
- Організовувати тестування та налагодження програмне забезпечення для вбудованих систем

4. Тематичний план

4.1 Розподіл навчального часу за темами

	Розподіл навчального часу за темами					
	Всього	Лекції	Практичні заняття	СРС	МКР	Контроль, залік
<i>Тема 1</i> Мікроконтролери. Основні визначення. Апаратні засоби. Програмне забезпечення. Основні типи інтерфейсів. Розробка прикладного ПЗ.	66	24	4	36	2	-
<i>Тема 2</i> Мікроконтролери сімейства AVR. Архітектура. Засоби розробки ПЗ. Система команд. Приклади використання. Платформа прототипування Arduino.	38	8	4	22	2	2
<i>Тема 3</i> Приклади побудови складних мікропроцесорних систем. Особливості розробки програмного забезпечення для складних мікропроцесорних систем.	16	4	-	8	2	2
Всього по дисципліні	120	36	8	66	6	4

4.2 Лекції

Тема 1. Мікроконтролери. Основні визначення. Апаратні засоби. Програмне забезпечення. Основні типи інтерфейсів. Розробка прикладного ПЗ.

Лекція 1. Основні положення. Типи мікроконтролерів.

1. Мета та задачі дисципліни. Історична довідка.
2. Базові терміни та визначення курсу
3. Вбудовані мікроконтролери.
4. Мікроконтролери з зовнішньою пам'яттю.

Лекція 2. Архітектура процесорів.

1. Цифрові сигнальні процесори.
2. RISC та CISC архітектури.
3. Гарвардська та Пристанська архітектури.

Лекція 3. Види пам'яті для мікроконтролерів.

1. Види пам'яті для мікроконтролерів.
2. Пам'ять програм Пам'ять даних
3. Стеки
4. Регістри.

Лекція 4. Простір уведення-виведення. Живлення мікроконтролерів.

1. Простір уведення-виведення.
2. Технологія виготовлення кристалів та типи корпусів мікроконтролерів
3. Живлення мікроконтролерів
4. Споживана потужність

Лекція 5. Командні цикли.

1. Скидання мікроконтролера
2. Тактові сигнали та генератори
3. Командні цикли

Лекція 6. Арифметико-логічний пристрій. Сторожеві таймери.

1. Програмний лічильник
2. Арифметико-логічний пристрій
3. Сторожеві таймери

Лекція 7. Цифрове уведення-виведення. Послідовне уведення-виведення.

1. Підпрограми та функції
2. Переривання та таймери
3. Цифрове уведення-виведення
4. Перетворення рівнів

Лекція 8. Послідовне уведення-виведення.

1. Послідовне уведення-виведення
2. Асинхронна послідовна система

3. Синхронний послідовний зв'язок
4. Синхронний послідовний інтерфейс

Лекція 9. Послідовні протоколу обміну даними. Аналогові сигнали.

1. Огляд існуючих стандартів послідовного зв'язку.
2. Аналогове уведення-виведення
3. Ведені пристрої

Лекція 10. Засоби та підходи до програмування мікроконтролерів

1. Безпека пам'яті програм
2. Інтерфейси відладки
3. Засоби розробки
4. Мова асемблеру
5. Компілятори та інтерпретатори

Лекція 11. Розробка програмного забезпечення.

1. Мови високого рівня
2. Мова «C»
3. Об'єктно орієнтоване програмування
4. Розробка програмного забезпечення

Лекція 12. Операційні системи реального часу.

1. Розподілення ресурсів
2. Критичні до часу програми
3. Резидентний монітор та налагоджувач
4. Операційні системи реального часу

Завдання на самостійну роботу – повторити матеріал лекції, підготувати реферат за темою, пов'язаною з класифікацією, структурою та архітектурою мікропроцесорів у додатку А до робочої програми «Перелік тем для самостійної роботи».

Тема 2. Мікроконтролери сімейства AVR. Архітектура. Засоби розробки ПЗ. Система команд. Приклади використання. Платформа прототипування Arduino.

Лекція 13. Огляд модельного ряду та архітектура ядра.

1. Огляд модельного ряду
2. Архітектура ядра
3. Тактовий генератор
4. Карта пам'яті
5. Режими адресації

Лекція 14. Простір уведення-виведення

1. Послідовний інтерфейс
2. Інтерфейси SPI та I2C
3. Аналого-цифровий перетворювач
4. Аналоговий компаратор

Лекція 15. Програмування мікроконтролера

1. Порти уведення-виведення
2. Функціонування конвеєру
3. Система команд
4. Програмування мікроконтролера

Лекція 16. Платформа прототипування Arduino.

1. Побудова платформи прототипування
2. Структура мови програмування Arduino.
3. Арифметика. Змінні та константи
4. Управління програмою.
5. Цифрове уведення-виведення

Завдання на самостійну роботу – повторити матеріал лекцій. Ознайомитись з технічною документацією на розглянуті мікроконтролери. Ознайомитись з описом стандартів обміну даними, які були розглянути у лекціях.

Тема 3. Приклади побудови складних мікропроцесорних систем. Особливості розробки програмного забезпечення для складних мікропроцесорних систем.

Лекція 17. Приклади побудови складних мікропроцесорних систем та особливості розробки програмного забезпечення.

1. Принципи побудови складних мікропроцесорних систем.
2. Система на кристалі.
3. Етапи розробки програмного забезпечення
4. Організація паралельної обробки даних
5. Організація відладки та тестування

Лекція 18. Дослідження роботи складної мікропроцесорної системи на кристалі на прикладі Mindspeed Concerto M82515 – широкомовний голосовий процесор.

1. Схемотехнічні рішення, які були використані при побудові M82515
2. Інтерфейси уведення-виведення
3. Використані шини даних
4. Огляд роботи відладочної плати на базі M82515

Завдання на самостійну роботу – повторити матеріал лекцій.

4.3 Практичні заняття

4.4 Метою практичних занять є отримання закріплення на практиці теоретичних відомостей та отримання навичок побудови мікропроцесорних систем, а також закріплення навичок написання прикладного програмного забезпечення.

Перелік практичних занять

- Пр-1.** Знайомство з платформою прототипування Arduino та емулятором WOKWI.(1 год.)
- Пр-2.** Порти уведення-виведення. (1 год.)
- Пр-3.** 7 сегментний індикатор. (2 год.)
- Пр-4.** LCD дисплей HD44780. (2 год.)
- Пр-5.** Сдвіговий регістр 74НС595. (2 год.)

4.5 Індивідуальні заняття

Індивідуальні заняття з дисципліни складаються із самостійної роботи над поглибленням теоретичного курсу за матеріалами лекцій та виконання самостійної роботи за індивідуальними вихідними даними.

Питання для індивідуальної роботи та посилання на учбову літературу перераховані в розділі “Завдання для самостійної роботи” до кожної лекції (див. Розділ 4.2 цієї програми).

Самостійна робота виконується за темами, визначеними індивідуально у додатку А до робочої програми «Перелік тем для самостійної роботи».

4.6 Контрольні роботи

У відповідності з навчальним планом в дисципліні передбачено модульну контрольну роботу (МКР).

Ціль МКР – перевірка ступеня засвоєння студентами учбового матеріалу, викладеного на лекціях, а також, перевірка практичних навиків, яких вони набувають на практичних, лабораторних заняттях та від виконання індивідуальних занять.

МКР складається з розробки програмного забезпечення студентами самостійно за темою, наведеною у додатку Б до робочої навчальної програми та підготовки ними теоретичного матеріалу з цієї теми.

Розроблене програмне забезпечення представляється для всієї групи по мірі засвоєння студентами учбового матеріалу, а потім виконується всіма студентами групи.

Перелік індивідуальних тем для модульних контрольних робіт наведений у додатку Б.

Результати виконання МКР враховуються при рейтинговій оцінці успішності студентів (додаток В), а також при семестровому контролі.

5. Методичні вказівки

Матеріал учбової дисципліни вивчається на різних видах занять, які рекомендовані педагогікою вищої школи, з регулярним контролем знань та умінь студентів на семінарських і практичних заняттях. Підсумковий контроль освоєння учбових матеріалів студентами здійснюється на основі виконання модульної контрольної, їх роботи на практичних заняттях, а також за результатами семестрової атестації у вигляді заліку.

6. Навчально-методичні матеріали.

6.1 Література основна.

1. Kernighan Brian W., Ritchie Dennis M. The C Programming Language: Second edition. — USA: Prentice Hall, 1988. — 288 p
2. Шпак З.Я. Програмування мовою C. — Львів: Оріяна-Нова, 2006. — 432 с
3. Graham I. Object-Oriented Methods: Principles and Practice. / I. Graham. AddisonWesley , 2000, 864 p.
4. Robert C. Seacord Effective C: An Introduction to Professional C Programming. - No Starch Press. - 2020. - 272p.
5. Mark Siegesmund (2014) Embedded C Programming: Techniques and Applications of C and PIC MCUS. Newnes.
6. Документація на мікроконтролер ATmega128.
<https://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/doc2467.pdf>
7. M. Margolis, B. Jepsen, N. Robert Weldin Arduino Cookbook. Recipes to Begin, Expand, and Enhance Your Projects. O'Reilly Media, Inc. 2020
8. Brian Evans. Beginning Arduino Programming. Apress. 2011.

6.2 Додаткова література.

1. Stroustrup B. The C++ Programming Language / B. Stroustrup. Addison-Wesley Professional, 2013, 1376 p.
2. K. N. King (2008) C Programming: A Modern Approach, 2nd ed. W. W. Norton & Company
3. Manuel Bermudez (1998) Study Guide for C Programming: A Modern Approach. W. W. Norton & Company
4. Randal Bryant and David O'Hallaron (1994) Computer Systems: A Programmer's Perspective (2nd Edition). Addison Wesley
5. Вінник В.Ю. Алгоритмічні мови та основи програмування: мова C. - Навчальний посібник. - Житомир: ЖДТУ, 2007. - 328с
6. Steve McConnell. Professional Software Development: Shorter Schedules, Higher Quality Products, More Successful Projects, Enhanced Careers. Addison-Wesley Professional. 2003.
7. Chakraborty S. Multiprocessor system and software design for distributed control applications . International Symposium : System on Chip (SoC), 2010.
8. Tran Thanh, Wang Jian, Li Xiaohui, I. Garcia. Scalable heterogeneous SoC (HeSoC) platform. International Conference : Consumer Electronics (ICCE), 2010.

Перелік тем для самостійної роботи

1. Типи мікроконтролерів. Архітектура процесорів.
2. Види пам'яті для мікроконтролерів.
3. Живлення мікроконтролерів. Методи зниження споживаної потужності. Принципи роботи арифметико-логічного пристрою.
4. Переривання. Підпрограми та функції.
5. Синхронний послідовний інтерфейси
6. Мережеві протоколи обміну даними.
7. Інтерфейси відладки мікроконтролерів
8. Засоби розробки програмного забезпечення мікроконтролерів.

9. Особливості розробки програмного забезпечення для мікроконтролерів.
10. Використання та інтерфейси налагоджувачів.
11. Операційні системи реального часу.
12. Архітектура ядра мікроконтролерів сімейства MSP430.
13. Використання широтно імпульсної модуляції.
14. Робота аналогового компаратору.
15. Процедура програмування мікроконтролеру.
16. Способи генерації випадкових чисел.
17. Система команд мікроконтролерів сімейства MSP430.
18. Приклади використання платформи прототипування Arduino.
19. Принципи тестування та відладки складних мікропроцесорних систем.

Перелік індивідуальних тем для модульних контрольних робіт

1. Визначення МК , структура МК , приклади застосування МК.
2. RISC і CISC архітектура МК. Наведіть приклади .
3. Гарвардська і Прінстонська (Фон - Неймана) архітектура МК. Наведіть приклади .
4. Поняття розрядності МК. Наведіть приклади .
5. Типи пам'яті МК.
6. Зовнішня і внутрішня пам'ять МК.
7. NAND і NOR пам'ять.
8. Визначення стека , способи організації стека в МК.
9. Регістри мікроконтролера . Простір вводу- виводу МК .
10. Організація харчування МК. Споживана потужність . Режим зниженого енергоспоживання .
11. Визначення поняття " програмний лічильник" .
12. Визначення поняття " сторожовий таймер " .
13. Використання підпрограм і функцій в МК.
14. Використання переривань у МК.
15. Визначення поняття " таймер " , приклади використання таймерів .
16. Паралельний і послідовний введення-виведення даних .
17. Схемотехнічне рішення " Монтажене I " . Приклади використання.
18. Принципи організації та приклади використання шини I2C .
19. Інтерфейс " 1- Wire " , принципи організації та приклади використання .
20. Протокол SPI , принципи організації та приклади використання .
21. Протокол UART , принципи організації та приклади використання .
22. Перетворення рівнів RS -232.
23. Аналоговий введення-виведення . Принципи побудови аналогово - цифрових перетворювачів .
24. Інтерфейси для налагодження МК.
25. Використання асемблер і мов високого рівня для програмування МК.
26. Придушення дзвону контактів.
27. Способи підключення світлодіодів.
28. 7- сегментний світлодіодний індикатор . Способи підключення 7ССІ .
29. Принцип роботи зсувного регістру . Приклади використання зсувного регістру .
30. Введення даних з матричної клавіатури.
31. Управління РК індикатором Hitachi 44780 .
32. Управління двигунами і реле за допомогою МК.
33. Управління кроковим двигуном за допомогою МК.
34. Огляд доступних на даний момент типів МК.

35. Огляд доступних на даний момент типів МК сімейства AVR.
36. Особливості архітектури ядра МК сімейства AVR.
37. Організація пам'яті в МК сімейства AVR.
38. Організація і функціонування конвеєра в МК сімейства AVR.
39. Організація і функціонування стека в МК сімейства AVR.
40. Процедура запуску мікроконтролера (скидання в початковий стан) .
41. Способи тактирування МК сімейства AVR.
42. Режимми зниженого енергоспоживання МК сімейства AVR.
43. Способи завантаження коду в МК сімейства AVR.
44. Платформа прототипування Arduino .
45. Визначення та приклади використання широтно -імпульсної модуляції.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Практичні заняття

а) За відповідь на теоретичні питання по практичній роботі:

- бал за вчасну та правильну відповідь на питання – 3;
- бал за неточну відповідь на питання – 2;
- бал за неповну відповідь на питання – 1.
- за відсутності відповіді - 0.

Максимальна кількість балів: $2 \times 5 = 10$.

б) За виконання практичної частини роботи:

- завдання виконано повністю і самостійно – 2;
- завдання виконано не повністю або за допомогою викладача – 1.
- практичне завдання не виконано – 0.

2. Модульна контрольна робота

Ваговий бал – 8:

- бал за повну відповідь на чотири запитання – 8;
- бал за правильну відповідь на три запитання, а на одне – частково – 7;
- бал за правильну відповідь на три запитання – 6;
- бал за правильну відповідь на два запитання – 4;
- бал за правильну відповідь на одне запитання – 2;
- бал за відсутність відповіді – 0;

Максимальна кількість балів: 8.

3. Реферат

Ваговий бал – 16:

- робота виконана без помилок, оформлена згідно вимогам – 16;

- робота не має помилок, проте є зауваження – 15...6;
 - є помилки, але хід розв'язання правильний – 5...3;
 - робота має суттєві помилки, результат невірний – 2...0.
- Максимальна кількість балів – 16.

4. Критерії оцінювання під час заліку

1. Повні відповіді на теоретичні запитання та вірне виконання практичного завдання – 48;
2. Повні відповіді на теоретичні запитання, завдання виконано невірно – 35;
3. Часткові відповіді на теоретичні запитання при вірному виконанні практичного завдання – 25;
4. Відсутня відповідь на одне з теоретичних питань – 10;
5. Відсутні відповіді – 0.

Штрафні бали:

- за недопущення до практичних робіт у зв'язку з незадовільним вхідним контролем - 1 бал;
- за відсутність на лабораторному занятті без поважної причини - 2 бали;
- за невчасне (більш ніж 1 тиждень) подання реферату - 5 балів; звіт з практичної роботи (наступного дня) – 3 бали.

Заохочувальні бали:

- за участь у факультетській олімпіаді з дисципліни, модернізації практичних робіт, виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни надається + 5 ... + 10 (заохочувальних) балів.

Розрахунок шкали рейтингу:

- сума максимальних балів контрольних заходів складає:

$$R_C = 15 + 10 + 8 + 16 = 49 \text{ балів};$$

- екзаменаційна складова шкали дорівнює 50% R_C

$$R_E = 50\% \cdot R_C = 25 \text{ балів};$$

- шкала рейтингу

$$R = R_C + R_E = 49 + 25 = 74 \text{ балів};$$

Мінімальний стартовий рейтинг

$$r_C = 50\% \cdot R_C = 25 \text{ балів}$$

Рейтингова оцінка (RD) формується як сума балів поточної успішності навчання $\sum_k r_k$,

заохочувальних (штрафних) балів $\sum_s r_s$ та екзаменаційних балів r_E :

$$RD = \sum_k r_k + \sum_s r_s + r_E$$

Отримані бали перераховуються для зведення до 100 бальної шкали рейтингу за формулою:

$$RD_{100} = RD \cdot 100 / 74$$

$$r_{C100} = r_C \cdot 100 / 74$$

Для знаходження відповідних оцінок студента застосовують таблицю переведення рейтингової оцінки RD в шкалу ECTS та традиційну.

RD	Оцінка ECTS	Традиційна
$RD \geq 0,95R$ 95...100	A – відмінно	відмінно
$0,85R \leq RD < 0,95R$ 85...95	B – дуже добре	добре
$0,75R \leq RD < 0,85R$ 75...85	C – добре	
$0,65R \leq RD < 0,75R$ 70...75	D – задовільно	задовільно
$0,6R \leq RD < 0,65R$ 65...70	E – достатньо задовільно	
$RD < 0,6R < 65$	Fx – незадовільно	незадовільно
$r_c \leq 33$ або не виконані інші умови допуску до заліку	F – незадовільно (потрібна додаткова робота)	не допущений

Умовою допуску студента до заліку є:

- зарахування самостійної роботи роботи;
- відсутність заборгованості з практичних робіт;
- початковий рейтинг $r_c > 25$ балів;
- хоча б одна позитивна атестація.

Оцінка студента залежить від рейтингу:

- якщо рейтинг знаходиться в межах $r_c = 33...40$ балів, студенти отримують незадовільну оцінку, проте можуть бути допущеними до іспиту при умові відсутності заборгованості;
- якщо рейтинг студента менше 33 балів або присутня заборгованість, то він отримує незадовільну оцінку з подальшою додатковою роботою.

Попередній (стартовий) рейтинг з кредитного модуля (r_c), семестрова атестація з якого передбачена у вигляді заліку, доводиться до студентів на останньому занятті. Напередодні заліку викладач виставляє значення r_c кожного студента в екзаменаційну відомість (стовпчик “Стартові”), а також значення рейтингової шкали: стартовий рейтинг ($R_c = 67$ балів) та загальний рейтинг ($R = 100$ балів).

На залік повинні з’являтися всі студенти. Екзаменатор оцінює відповідь студента з $R_E = 33$ балів шкали згідно з критеріями оцінювання, затвердженими завідувачем кафедри. Після оцінювання відповіді студента під час заліку викладач записує відповідне значення r_E до екзаменаційної відомості (стовпчик “Екзаменаційні”), підраховує загальний результат ($R_D = r_c + r_E$) та проставляє його до стовпчика “Всього”. Далі отриманий загальний результат екзаменатор переводить в оцінку ECTS і традиційну оцінку, вносить їх в екзаменаційну відомість. Якщо студент не з’явився на залік – ставиться “не з’явився”.

Тим студента, які набрали стартовий рейтинг не менше ніж 0,9 від максимально можливого (r_c) екзаменатор може запропонувати без додаткового опитування виставити оцінку “Добре” (“B” або “C” за системою ECTS). Це є винятком. Цей варіант має бути обумовлений у кафедральному “Положенні про рейтингову систему оцінки успішності студентів з дисципліни”. У цьому разі в екзаменаційній відомості у стовпчику “Екзаменаційні бали” екзаменатор виставляє бали, які мають в сумі при складанні зі стартовими відповідати оцінці “Добре” (“B” або “C” за системою ECTS). Сума балів записується у стовпчик “Всього”. Оцінка “A” “автоматом” не виставляється.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент кафедри ІКТС, к.т.н. Лисенко Д.С.

Ухвалено кафедрою ІКТС (протокол № 14 від 19 травня 2023 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІТС (протокол № 4 від 08 червня 2023 р.)