

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки (№ **503**)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

Олег ЛЯШЕНКО

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

« 29 » _____ серпня 2025 р.

**СИЛАБУС *ОБОВ'ЯЗКОВОЇ*
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Безпечні вбудовані системи

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 "Інформаційні технології"
(шифр і найменування галузі знань)


Спеціальність: 125 Кібербезпека
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Безпека інформаційних і комунікаційних систем
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: *перший (бакалаврський)*

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник: Желтухін О. В. ст. викладач 
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

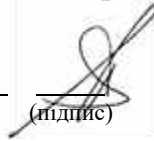
Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри _____

комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки

(назва кафедри)

Протокол № 1 від «29» 08 2025 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)



Вячеслав ХАРЧЕНКО
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:


(підпис)

Ілля МІЦИК
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Желтухін Олександр Васильович

Посада: ст. викладач кафедри комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки

Перелік дисциплін, які викладає:

- Комп'ютерна електроніка і схемотехніка
 - Комп'ютерна логіка і квантові обчислення
 - Програмування вбудованих систем
 - Безпечні вбудовані системи
 - Мікропроцесорні пристрої і їх програмування
 - Дисципліна індивідуального вибору 1 \ IoT системи
-

Напрями наукових досліджень:
Застосування мікроконтролерів у складі безпечних вбудованих систем

Контактна інформація:
a.zheltukhin@csn.khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	<i>Денна, заочна</i>
Семестр	5-й семестр
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<i>денна</i> : 4 кредити ЄКТС / 120 годин (48 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 0, лабораторні – 16; СРЗ – 72)
Види навчальної діяльності	Лекції, лабораторні, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	Іноземна мова, Основи права, Апаратні та програмні засоби захисту інформації, Системи технічного захисту інформації.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета – (ОК22) формування у студентів основними принципами проектування безпечних вбудованих систем з використанням мікропроцесорів та мікроконтролерів, набуття ними практичних навичок самостійної розробки апаратного забезпечення з використанням сучасних засобів розробки для розв'язання практичних задач, а також надання знань та навичок щодо застосування технологій розробки збору, обробки даних формування керуючих сигналів на виконуючі пристрої.

Завдання – формування теоретичних знань та практичних умінь з розробки апаратного забезпечення безпечних вбудованих систем із застосуванням мікроконтролерів та мікропроцесорів; підготовка висококваліфікованих фахівців, які вміють застосовувати отримані знання, вміння та навички при створенні та супроводженні апаратного забезпечення для безпечних вбудованих систем.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми під час професійної діяльності в комп'ютерній галузі або навчання, що передбачає застосування теорій та методів комп'ютерної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- КЗ 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- КЗ 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професії.
- КЗ 3. Здатність професійно спілкуватися державною та іноземною мовами як усно, так і письмово.
- КЗ 4. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми за професійним спрямуванням.
- КЗ 5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації.

Фахові компетентності (ФК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- КФ 3. Здатність до використання програмних та програмно-апаратних комплексів засобів захисту інформації в інформаційно-телекомунікаційних (автоматизованих) системах.

- КФ 5. Здатність забезпечувати захист інформації, що обробляється в інформаційно-телекомунікаційних (автоматизованих) системах з метою реалізації встановленої політики інформаційної та/або кібербезпеки.

- КФ 6. Здатність відновлювати штатне функціонування інформаційних, інформаційно-телекомунікаційних (автоматизованих) систем після реалізації загроз, здійснення кібератак, збоїв та відмов різних класів та походження.

- КФ 7. Здатність впроваджувати та забезпечувати функціонування комплексних систем захисту інформації (комплекси нормативно-правових, організаційних та технічних засобів і методів, процедур, практичних прийомів та ін.).

- КФ 10. Здатність застосовувати методи та засоби криптографічного та технічного захисту інформації на об'єктах інформаційної діяльності.

- КФ 12. Здатність аналізувати, виявляти та оцінювати можливі загрози, уразливості та дестабілізуючі чинники інформаційному простору та інформаційним ресурсам згідно з встановленою політикою інформаційної та/або кібербезпеки

Програмовні результати навчання (ПРН):

- ПРН 1. Застосовувати знання державної та іноземних мов з метою забезпечення ефективності професійної комунікації.

- ПРН 5. Адаптуватися в умовах частої зміни технологій професійної діяльності, прогнозувати кінцевий результат.

- ПРН 14. Вирішувати завдання захисту програм та інформації, що обробляється в інформаційно-телекомунікаційних системах програмно-апаратними засобами та давати оцінку результативності якості прийнятих рішень.

- ПРН 48. Виконувати впровадження та підтримку систем виявлення вторгнень та використовувати компоненти криптографічного захисту для забезпечення необхідного рівня захищеності інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах.

Інструментальні засоби і технології

1. MicrosoftWord або аналогічний продукт інших виробників.
2. MicrosoftExcel або аналогічний продукт інших виробників.

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовний модуль 1. Мікропроцесори і системна шина.

Тема 1. Вступ.

Анотація: Предмет, мета вивчення і задачі дисципліни. Структура і зміст дисципліни, а також методичні рекомендації по її вивченню. Місце дисципліни в навчальному процесі. Вимоги до знань і умінь студентів. Характеристика рекомендованих під час вивчення дисципліни джерел інформації.

Права і обов'язки здобувача, як члена суспільства, та їх реалізація під час навчання в університеті.

Україномовна та англійськомовна термінологія, яка використовується при вивченні дисципліни.

Тема лекції 1: Предмет і завдання дисципліни. Класифікація напівпровідникових запам'ятовуючих пристроїв, їх коротка характеристика і область застосування. Основні терміни та визначення.

Самостійна робота здобувача освіти: Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 2. Поняття системної шини.

Анотація: Архітектура мікропроцесорної системи.

Тема лекції 2 Поняття мікропроцесорної системної шини. Основні терміни та визначення. Тимчасові діаграми роботи. Способи обміну даними з системної шини.

Тема лабораторної роботи 1: Знайомство з середовищем розробки Silicon Laboratories IDE.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до лабораторної роботи, формування звіту з індивідуальної лабораторної роботи, формування питань до викладача.

Тема лекції 3: Архітектура мікропроцесорної системи з трьома системними шинами (адреса, дані та управління) і з двома шинами (адреса - дані і управління).

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до лабораторної роботи, формування питань до викладача.

Тема 3. Статичне ОЗП.

Анотація: Функціональне позначення і внутрішня структура статичного ОЗП.

Тема лекції 4: Функціональне позначення і внутрішня структура статичного ОЗП. Тимчасові діаграми роботи, основні схеми включення.

Тема лабораторної роботи 2: Знайомство з апаратним комплексом для розробки Silicon Laboratories IDE.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до лабораторної роботи, формування звіту з індивідуальної лабораторної роботи, формування питань до викладача.

Тема лекції 5 Проектування інтерфейсу статичного ОЗП. Особливості застосування статичного енергонезалежного ОЗП. Розрахунок модуля пам'яті.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до лабораторної роботи, формування питань до викладача.

Тема 4. Динамічне ОЗП.

Анотація: Функціональне позначення і внутрішня структура динамічного ОЗП.

Тема лекції 6: Функціональне позначення і внутрішня структура динамічного ОЗУ. Структура і функціонування запам'ятовуючого елемента. Тимчасові діаграми роботи, основні схеми включення.

Тема лабораторної роботи 3: Розробка програми для формування послідовності імпульсів на світлодіоді мікроконтролером C8051FXXX.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до лабораторної роботи, формування звіту з індивідуальної лабораторної роботи, формування питань до викладача.

Тема лекції 7: Проектування інтерфейсу динамічного ОЗП. Особливості застосування FP DRAM, EDO DRAM і SDRAM. Розгляд різних способів регенерації DRAM.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до лабораторної роботи, формування питань до викладача.

Тема 5. Масочное і одноразово програмоване ПЗП.

Анотація: Функціональне позначення і внутрішня структура масочного і одноразово програмованого ПЗП. Забезпечення обмеження доступу до інформації, що зберігається у внутрішньому ПЗП мікроконтролера.

Тема лекції 8: Функціональне позначення і внутрішня структура масочного і одноразово програмованого ПЗП. Тимчасові діаграми роботи, основні схеми включення. Проектування інтерфейсу масочного і одноразово програмованого біполярного ПЗП. Проектування програматора PROM. Забезпечення обмеження доступу до інформації, що зберігається у внутрішньому ПЗП мікроконтролера.

Тема лабораторної роботи 4: Розробка програми для формування послідовності імпульсів на зумері мікроконтролером C8051FXXX.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до лабораторної роботи, формування звіту з індивідуальної лабораторної роботи, формування питань до викладача.

Модульний контроль 1

Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).

Змістовний модуль 2. Проектування вбудованої системи.

Тема 6. Репрограмоване ПЗП з ультрафіолетовим стиранням.

Анотація: Функціональне позначення і внутрішня структура репрограмованого ПЗП з ультрафіолетовим стиранням EPROM. Забезпечення обмеження доступу до інформації, що зберігається у внутрішньому ПЗП мікроконтролера.

Тема лекції 9 Структура і функціонування запам'ятовуючого елемента EPROM. Проектування інтерфейсу EPROM, проектування програматора EPROM. Забезпечення обмеження доступу до інформації, що зберігається у внутрішньому ПЗП мікроконтролера.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до лабораторної роботи, формування питань до викладача.

Тема 7. Репрограмоване ПЗП з електричним стиранням.

Анотація: Функціональне позначення і внутрішня структура репрограмованого ПЗП з електричним стиранням EEPROM. Забезпечення обмеження доступу до інформації, що зберігається у внутрішньому ПЗП мікроконтролера.

Тема лекції 10: Функціональне позначення і внутрішня структура репрограмованого ПЗП з електричним стиранням EEPROM. Тимчасові діаграми роботи, основні схеми включення. Структура і функціонування запам'ятовуючого елемента. Проектування інтерфейсу EEPROM, проектування програматора EEPROM. Забезпечення обмеження доступу до інформації, що зберігається у внутрішньому ПЗП мікроконтролера.

Тема лабораторної роботи 5: Розробка програми для формування послідовності імпульсів на світлодіоді та зумері мікроконтролером C8051FXXX перемикаючи програмно опитуваною кнопкою.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до лабораторної роботи, формування звіту з індивідуальної лабораторної роботи, формування питань до викладача.

Тема лекції 11: Особливості роботи інтелектуальних EEPROM з вбудованим програматором так званої Flash пам'яті. Flash пам'ять з довільним і з послідовним доступом. Поняття послідовного інтерфейсу I2C і інтерфейсу SPI. Забезпечення обмеження доступу до інформації, що зберігається у внутрішньому ПЗП мікроконтролера.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до лабораторної роботи, формування питань до викладача.

Тема 8. Системний інтерфейс. Система переривань. Система ПДП.

Анотація: Проектування системного інтерфейсу для мікропроцесора і мікроконтролера.

Тема лекції 12: Проектування системного інтерфейсу для мікропроцесора і I8085. Тимчасові діаграми машинних циклів мікропроцесорів і системної шини. Розподіл пам'яті мікропроцесорної системи, реалізація холодного старту.

Тема лабораторної роботи 6: Розробка програми для формування послідовності імпульсів на світлодіоді та зумері мікроконтролером C8051FXXX перемикаючи кнопкою, що формує апаратне переривання.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до лабораторної роботи, формування звіту з індивідуальної лабораторної роботи, формування питань до викладача

Тема лекції 13: Програмований контролер переривань, функціональне позначення, тимчасові діаграми роботи, основні схеми включення, програмування. Програмований контролер ПДП, функціональне позначення, режими роботи, тимчасові діаграми роботи, основні схеми включення, програмування.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до лабораторної роботи, формування питань до викладача.

Тема 9. Послідовні інтерфейси родини RS-232.

Анотація: Робота з сенсорами та іншими складовими мобільних пристроїв.

Тема лекції 14: Інтерфейси UART, RS-232, RS-422, RS-423, RS-485. Робота з сенсорами та іншими складовими мобільних пристроїв. Конструкція та принципи функціонування пристроїв вводу та виведення, відображення інформації.

Тема лабораторної роботи 7: Розробка програми вимірювання вологості і температури за допомогою датчика вологості і температури DHT11 з виводом на дисплей ПК та 7 сегментний світлодіодний індикатор для мікроконтролера C8051FXXX..

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до лабораторної роботи, формування звіту з індивідуальної лабораторної роботи, формування питань до викладача.

Тема 10. Зовнішні накопичувачі інформації.

Анотація: Загальні поняття про основи функціонування пристроїв збереження інформації на магнітних, оптичних і напівпровідникових носіях.

Тема лекції 15: Загальні поняття про основи функціонування пристроїв збереження інформації на магнітних, оптичних і напівпровідникових носіях. Розрахунок трафіку.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до лабораторної роботи, формування питань до викладача.

Тема 11. Пристрої виведення інформації на паперові носії.

Анотація: Конструкція та принципи функціонування печатних пристроїв.

Тема лекції 16: Конструкція та принципи функціонування механічних печатних пристроїв, лазерних, струменевих та термопринтерів.

Тема лабораторної роботи 8: Розробка програми вимірювання вологості і температури за допомогою датчика вологості і температури DHT11 з виводом на дисплей ПК для мікроконтролера C8051FXXX

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до лабораторної роботи, формування звіту з індивідуальної лабораторної роботи, формування питань до викладача.

Модульний контроль 2

Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).

5. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання не передбачені.

6. Методи навчання

Лекції з елементами інтерактиву (пояснення з використанням презентацій, прикладів коду, міні-опитувань, демонстрації розрахунків). *Лабораторні заняття* – вирішення прикладів і задач з матеріалу заняття на аркуші паперу. *Проектно-орієнтоване навчання* – виконання невеликих практичних проєктів, спрямованих на закріплення знань. *Робота в малих групах* – колективний аналіз проєктування схем, обговорення рішень. *Використання системи онлайн-тестування.* *Самостійна робота* – індивідуальні завдання, робота з електронними матеріалами та онлайн-курсами. *Консультації* – індивідуальні та групові (очно або онлайн) для підтримки та корекції навчального процесу.

7. Методи контролю

Поточний контроль: опитування на практичних заняттях; розв'язування розрахункових і проектних задач та аналіз отриманих результатів; виконання лабораторних робіт; оцінювання виконання індивідуальних і групових практичних завдань.

Модульний контроль: складання модульного контролю.

Підсумковий контроль: іспит.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...6	4	0...24
Модульний контроль	0...9	3	0...27
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях			
Виконання і захист практичних робіт	0...6	4	0...24
Модульний контроль	0...12,5	2	0...25
Усього за семестр			0...100

Допуском до семестрового контролю є отримання позитивної оцінки з 6-и лабораторних робіт і розрахункової роботи.

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача освіти від балів підсумкового контролю й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту здобувач освіти має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з трьох теоретичних питань (кожне теоретичне питання 33,3 балів) (сума – 100 балів).

Таблиця 8.3 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Задовільно (60-74) – показувати мінімум знань та умінь, мати знання і уміння для забезпечення програмних результатів навчання.

Знати і вміти використовувати на практиці програмувати апаратуру для вбудованих систем. Виконати і захистити лабораторні роботи з змістовного модуля 1. Виконати модульний контроль 1. Виконати і захистити лабораторні роботи з змістовного модуля 2. Виконати модульний контроль 2.

Добре (75-89) – твердо знати мінімум знань, мати знання, уміння й навички для забезпечення програмних результатів навчання.

Знати і вміти використовувати на практиці програмувати апаратуру для вбудованих систем. Виконати і захистити лабораторні роботи з змістовного модуля 1. Виконати модульний контроль 1. Виконати і захистити лабораторні роботи з змістовного модуля 2. Виконати модульний контроль 2.

Додатково до вимог, які визначено для отримання задовільної оцінки: вміти розробляти і розраховувати схеми вбудованих систем середньої складності.

Відмінно (90-100) – мати знання, уміння й навички, що дадуть змогу самостійно, вільно і обґрунтовано опанувати наступні апаратні і програмні дисципліни, які потребують знань з програмування вбудованих систем, що дасть можливість забезпечити програмні результати навчання. Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та вміти застосовувати їх.

Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Знати і вміти використовувати на практиці програмування апаратури вбудованих систем. Вміти обґрунтовувати кожне наведене рішення.

Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувач самостійно ознайомлюється з пропущеним матеріалом: лекційними конспектами, навчальними презентаціями, відео записами занять або додатковими матеріалами, наданими викладачем.

Процедура відпрацювання пропущених занять: Пропущене лабораторне заняття відпрацьовується шляхом виконання всіх завдань, передбачених для цього. За потреби здобувач може узгодити індивідуальну консультацію з викладачем для роз'яснення складних тем або перевірки виконаних завдань. Після виконання завдань здобувач надає результати викладачу для перевірки у форматі звіту про виконану роботу. Виконане заняття оцінюється за тими ж критеріями, що і основне заняття. Відпрацювання вважається успішним після схвалення викладачем результатів та підтвердження засвоєння матеріалу.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. Сторінка дисципліни у системі дистанційного навчання «Ментор» [Ел. ресурс]. URL: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=3714>

2. Сторінка дисципліни у системі дистанційного навчання Google Classroom [Ел. ресурс]. URL:

<https://classroom.google.com/c/NzEwMjczMtQ5Nzk0?cjc=yn7zwze>

11. Рекомендована література

Базова

1. Мікропроцесори та мікроконтролери: Курс лекцій: навч. посіб. для студ. спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка», освітньої програми «Мікро- та наноелектроніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Д. Д. Татарчук, Ю. В. Діденко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 238 с.

2. Мікроконтролери: Архітектура, програмування та застосування в електромеханіці : навч. посіб. / Ю. С. Гришук. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 384 с.

3. Проектування мікропроцесорних систем керування: навчальний посібник/ І. Р. Козбур, П. О. Марущак, В. Р. Медвідь, В. Б. Савків, В. П. Пісьціо, - Тернопіль видавництво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2022. 324 с.

ПРОГРАМУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ STM32 В СЕРЕДОВИЩІ STM32CubeIDE в прикладах і задачах. О. В. Зубков, І. В. Свид, О. В. Воргуль, В. В. Семенець Дніпро ЛІРА ЛТД 2022 143с

Допоміжна

1. Програмування мікроконтролерів AVR : [навчальний посібник] / . С. М. Цирульник, О. Д. Азаров, Л. В. Крупельницький, Т. І. Трояновська. – Вінниця : ВНТУ 2018р. 112 с.

2. Смирний М. Ф. Мікросхемотехніка : конспект лекцій для студентів усіх форм навчання за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / М. Ф. Смирний ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 113 с.

12. Інформаційні ресурси

1. Технічна документація на мікроконтролери фірми SYGNAL. [Ел. ресурс]. URL: https://www.silabs.com/support/resources.ct-data-sheets.p-microcontrollers_8-bit-mcus_c8051fxxx.

2. System Management Bus Specification. [Ел. ресурс]. URL: http://smbus.org/specs/SMBus_3_1_20180319.pdf.

3. UART Specification. URL: [Ел. ресурс]. https://www.ti.com/lit/ug/sprugp1/sprugp1.pdf?ts=1700469364423&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F

4. SPI Specification. [Ел. ресурс]. https://www.ti.com/lit/ug/sprugp2a/sprugp2a.pdf?ts=1700509749328&ref_url=http%253A%252F%252Fwww.google.com%252F.