

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

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

*Гарант освітньої програми*



Анатолій ШОСТАК

(підпис)

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

« 29 »      \_\_серпня\_\_ 2025 р.

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

Програмування вбудованих систем

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Системне програмування»

(найменування освітньої програми)

**Рівень вищої освіти: *перший (бакалаврський)***

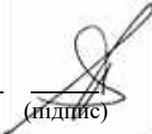
**Силабус введено в дію з 01.09.2025**

**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) (підпис) Вячеслав ХАРЧЕНКО  
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:  
\_\_\_\_\_  
  
(підпис) Поліна ОГАРКО  
(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
  - Мікропроцесорні пристрої і їх програмування
- 

Напрями наукових досліджень:  
Застосування мікроконтролерів у складі безпечних вбудованих систем

---

Контактна інформація:  
[a.zheltukhin@csn.khai.edu](mailto: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	<u>денна</u> : 4 кредитів ЄКТС / 120 годин (48 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 0, лабораторні – 16; СРЗ – 72); <u>заочна</u> : 4 кредитів ЄКТС / 120 годин (8 аудиторних, з яких: лекції – 4, лабораторні – 4; СРЗ – 112)
Види навчальної діяльності	Лекції, лабораторні, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	Комп'ютерна електроніка, Комп'ютерна схемотехніка, Програмовні системи на кристалі.

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

**Мета** – (ОК18) формування у студентів основними принципами проектування 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 виконуючи пристрої.

**Завдання** – формування теоретичних знань та практичних умінь з розробки апаратного забезпечення 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 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:***

- (ЗК2) Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- (ЗК3) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

##### ***Фахові компетентності спеціальності (ФК)***

***Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:***

- (ФК5) Здатність використовувати засоби і системи автоматизації проектування до розроблення компонентів комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо;
- (ФК6) Здатність проектувати, впроваджувати та обслуговувати комп'ютерні системи та мережі різного виду та призначення.;
- (ФК7) Здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності;
- (ФК14) Здатність проектувати системи та їхні компоненти з урахуванням усіх аспектів їх життєвого циклу та поставленої задачі, включаючи створення,

налаштування, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію.

***(Програмні результати навчання (ПРН):***

- (ПРН3) Знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії;
- (ПРН7) Вміти розв'язувати задачі аналізу та синтезу засобів, характерних для спеціальності;
- (ПРН8) вміти системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування нових ідей;
- (ПРН9) Вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності;
- (ПРН10) Вміти розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем, розраховувати, експлуатувати, типове для спеціальності обладнання;
- (ПРН13) Вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів;
- (ПРН16) Вміти оцінювати отримані результати та аргументовано захищати прийняті рішення;
- (ПРН19) Здатність адаптуватись до нових ситуацій, обґрунтовувати, приймати та реалізовувати у межах компетенції рішення;
- (ПРН20) Усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань, удосконалення креативного мислення.

***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.

*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.

*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.

*Тема лекції 9* Структура і функціонування запам'ятовуючого елемента EPROM. Проектування інтерфейсу EPROM, проектування програматора EPROM.

*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.

*Тема лекції 10:* Функціональне позначення і внутрішня структура репрограмованого ПЗП з електричним стиранням EEPROM. Тимчасові діаграми роботи, основні схеми включення. Структура і функціонування пам'ятовуючого елемента. Проектування інтерфейсу EEPROM, проектування програматора EEPROM.

*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.

*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 температури за допомогою датчика температури DS1621 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.*

## **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 температури за допомогою датчика температури DS1621 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.

## **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 проектування 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
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота на лекціях			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...6	4	0...24
Модульний контроль	0...9	3	0...27
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...6	4	0...24
Модульний контроль	0...12,5	2	0...25
<b>Усього за семестр</b>			<b>0...100</b>

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 результатів 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. Грищук. – 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. Письціо, - Тернопіль видавництво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2022. 324 с.
4. 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](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](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](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](https://www.ti.com/lit/ug/sprugp2a/sprugp2a.pdf?ts=1700509749328&ref_url=http%253A%252F%252Fwww.google.com%252F).