


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра систем управління літальних апаратів (№ 301)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

Костянтин ДЕРГАЧОВ
(ініціали та прізвище)

«26» 08 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

МІКРОКОНТРОЛЕРИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»

Спеціальність: 173 «Авіоніка»

Освітня програма: «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів»

Форма навчання: денна


Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2024 рік

Розробник:

Джуглаков В.Г., доцент кафедри систем управління літальних апаратів (№ 301)


(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Робочу програму навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри
Систем управління літальних апаратів (№ 301)

Протокол № 1 від “ 26 ” серпня 2024 р.

Завідувач кафедри 301 к.т.н., доцент


(підпис)

Костянтин ДЕРГАЧОВ

(прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)	
Кількість кредитів – 4,5	<p>Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»</p> <p>Спеціальність: 173 «Авіоніка»</p> <p>Освітня програма: «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів»</p> <p>Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	Обов'язкова дисципліна	
Кількість модулів – 2		Навчальний рік	
Кількість змістовних модулів – 2		2024/2025	
Індивідуальне завдання: розрахункова робота		Семестр	
Загальна кількість годин кількість годин аудиторних занять* / загальна кількість годин 64 / 135		6-й (4-й – для скор. форми)	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:		Лекції*	
Семестр 6		32 години	
Аудиторних – 4 год.		Практичні, семінарські*	
Самост. роботи – 4,4 год.		–	–
		Лабораторні*	
	32 години		
	Самостійна робота		
	71 година		
	Вид контролю		
	іспит		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 64 / 71.

* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: засвоєння здобувачами принципів внутрішньої організації базових моделей однокристальних мікроконтролерів (МК), побудови цифрових контролерів на їх основі та методичних підходів до розробки їх програмного забезпечення.

Завдання: формування у здобувачів фахових знань і практичних навичок із аналізу технічного завдання на розробку цифрового контролера та обґрунтованого вибору елементів цифрової мікросхемотехніки для його реалізації; принципів розробки і тестування елементів програмного забезпечення цифрових контролерів для збирання та оброблення даних і формування сигналів управління у реальному часі.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей:**

Загальні компетентності (ЗК):

- ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації.
- ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

Фахові компетентності (ФК):

- ФК2. Здатність використовувати основи електроніки, схемотехніки при розв'язанні практичних завдань авіоніки.
- ФК3. Здатність розробляти і програмувати мікропроцесорні системи керування.

Програмні результати навчання:

- ПРН1. Адаптуватися до змін технологій професійної діяльності, прогнозувати їх вплив на кінцевий результат.
- ПРН2. Автономно отримувати нові знання в своїй предметній та суміжних областях з різних джерел для ефективного розв'язання спеціалізованих задач професійної діяльності.
- ПРН3. Відповідально та кваліфіковано ставити та вирішувати задачі, пов'язані зі створенням приладів і систем авіоніки.
- ПРН4. Розуміти стан і перспективи розвитку предметної області.
- ПРН5. Організувати власну професійну діяльність, обирати оптимальні методи та способи розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем у професійній діяльності.
- ПРН6. Критично осмислювати основні теорії, принципи, методи і поняття у професійній діяльності.
- ПРН12. Аналізувати, розраховувати та проектувати електричні та електронні системи авіоніки.
- ПРН13. Розробляти та програмувати мікропроцесорні системи керування.

Пререквізити:

Вища математика. Алгоритмізація та програмування. Основи метрології. Електроніка та основи схемотехніки. Математичні основи цифрових систем.

Кореквізити: Системи управління літальними апаратами. Теорія автоматичного управління. Інформаційно-вимірювальні пристрої систем авіоніки. Проектування систем управління.

Постреквізити: Технологія виробництва пристроїв авіоніки. Кваліфікаційна робота бакалавра.

3. Програма навчальної дисципліни

Семестр 6

Модуль 1. Архітектура і програмування однокристальних мікроконтролерів сімейства MCS-51

Змістовий модуль 1. Архітектура і програмування однокристальних мікроконтролерів сімейства MCS-51

Тема 1. Вступ до дисципліни «Мікроконтролери в системах управління». Класифікація мікропроцесорів. Особливості архітектури та програмного забезпечення цифрових контролерів. Представлення даних в контролерах

Предмет вивчення і задачі дисципліни «Мікроконтролери в системах управління». Типова структура цифрової системи управління. Зв'язок із попередніми та наступними дисциплінами. Огляд літературних джерел. Мікропроцесорний пристрій як апаратно-програмний засіб реалізації алгоритмів управління. Класифікація мікропроцесорів. Особливості архітектури та програмного забезпечення цифрових контролерів. Архітектура Фон Неймана і Гарвардська архітектура. Приклади бортових мікропроцесорних систем керування. Формати даних в контролерах.

Тема 2. Апаратні ресурси мікроконтролерів сімейства MCS-51

Склад сімейства мікроконтролерів MCS-51. Функціональні особливості МК. Структура, функціональні можливості та апаратно-програмні ресурси мікроконтролерів сімейства MCS-51. Логічна організація пам'яті в MCS-51. Структура резидентної пам'яті. Регістровий файл, стек, реєстри спеціальних функцій. Зовнішня пам'ять.

Тема 3. Система команд і способи адресації даних в мікроконтролерах. Розроблення програм мовами Асемблер та Сі

Система команд та принципи програмування мікроконтролерів MCS-51. Формати команд та способи адресації даних. Особливості читання та виконання команд, машинний цикл. Структура програми, засоби реалізації структурних елементів програми при застосуванні мов програмування Асемблер та Сі. Стек як область оперативної пам'яті із протоколом доступу FILO. Апаратні та програмні засоби забезпечення протоколу FILO. Використання стеку при виконанні підпрограм

Тема 4. Реалізація периферійних функцій у мікроконтролерах. Паралельні порти введення-виведення мікроконтролерів MCS-51

Реалізація периферійних функцій у мікропроцесорних системах. Порти паралельного та послідовного введення-виведення даних. Протоколи обміну даними між процесором та зовнішніми пристроями. Порти введення-виведення у складі МК MCS-51. Взаємодія MCS-51 із зовнішньою пам'яттю. Характеристика периферійних блоків у складі MCS-51 та принципи їх взаємодії з процесором. Підключення засобів відображення даних.

Тема 5. Структура і використання таймерів у мікроконтролерах

Реалізація функцій часу за допомогою таймерів цифрових контролерів. Структура, режими роботи, програмне налаштування таймерів у складі мікроконтролерів MCS-51. Розрахунок параметрів налаштування таймерів.

Тема 6. Послідовний порт UART в мікроконтролерах

Структура та принципи використання послідовного порту UART у складі мікроконтролерів MCS-51. Розрахунок режимів роботи та програмне налаштування UART.

Тема 7. Обробка переривань у мікроконтролерах

Поняття про переривання програми та принципи оброблення переривань у мікропроцесорних системах. Структура та функції контролера переривань. Оброблення переривань в мікроконтролерах MCS-51. Принципи програмного налаштування контролера переривань.

Модульний контроль: Захист лабораторних робіт. Модульна контрольна робота.

Модуль 2. Шинна архітектура контролера та аналого-цифрові інтерфейси

Змістовий модуль 2. Цифрові контролери з шинною архітектурою

Тема 1. Реалізація функцій і дискретних автоматів на МК.

Особливості реалізації табличних функцій. Реалізація дискретних (кінцевих) автоматів.

Тема 2. Особливості побудови шинної архітектури контролерів

Шинна архітектура як базовий принцип побудови обчислювальних пристроїв. Шинні ресурси мікроконтролерів. Мінімальна конфігурація мікроконтролерної системи. Шинна архітектура на основі послідовних шин. Шинна архітектура на основі паралельних шин.

Тема 3. Розрахунок елементів паралельної шинної архітектури

Побудова буферних каскадів системних шин. Діаграма формування сигналів управління. Розподіл адресного простору контролера і методика розрахунку адресних селекторів.

Тема 4. Аналого-цифрові інтерфейси мікропроцесорних систем

Типові структури каналів аналого-цифрового введення-виведення. Базові функціональні схеми аналого-цифрових перетворювачів (АЦП) і цифро аналогових перетворювачів (ЦАП). Характеристика протоколів обміну даними. Приклади апаратно-програмної реалізації каналів аналого-цифрового перетворення [Д4, розділ 6].

Модульний контроль: Захист лабораторних робіт. Виконання і захист розрахункової роботи №1. Модульна контрольна робота.

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Семестр 6					
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Архітектура і програмування однокристальних мікроконтролерів сімейства MCS-51					
Тема 1. Вступ до дисципліни «Мікроконтролери в системах управління». Класифікація мікропроцесорів. Архітектура і програмне забезпечення цифрових контролерів. Представлення даних в контролерах	14	4	–	4	6
Тема 2. Апаратні ресурси мікроконтролерів сімейства MCS-51	5	2	–	–	3
Тема 3. Система команд і способи адресації даних в мікроконтролерах. Розробка програм мовами Асемблер та Сі	14	4	–	4	6
Тема 4. Реалізація периферійних функцій у мікроконтролерах. Паралельні порти введення-виведення МК MCS-51	12	2	–	4	6
Тема 5. Структура і використання таймерів у мікроконтролерах	20	2	–	8	10

1	2	3	4	5	6
Тема 6. Послідовний порт UART в мікроконтролерах	6	2			4
Тема 7. Обробка переривань у мікроконтролерах	12	2		4	6
Модульний контроль. Модульна контрольна робота.	2	–	–	–	2
Разом за змістовним модулем 1	85	18	–	24	43
Модуль 2					
Змістовний модуль 2. Шинна архітектура контролера та аналого-цифрові інтерфейси					
Тема 1. Реалізація функцій і дискретних автоматів на МК	4	2	–	–	2
Тема 2. Особливості побудови шинної архітектури контролерів	14	4	–	4	6
Тема 3. Розрахунок елементів паралельної шинної архітектури	6	4	–	–	2
Тема 4. Аналого-цифрові інтерфейси мікропроцесорних систем	14	4	–	4	6
Виконання розрахункової роботи №1.	10	–	–	–	10
Модульний контроль: Модульна контрольна робота.	2	–	–	–	2
Разом за змістовним модулем 2	50	14	–	8	28
Усього за модулями 1, 2 (семестр 6)	135	32	–	32	71
Контрольний захід – семестровий іспит					

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
	Не передбачено	
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
	Не передбачено	
	Разом	

7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Робота з форматами числових даних в обчислювальних системах	4
2	Структура і принципи роботи з інтегрованим середовищем розробки програмного забезпечення MCStudio. Основи розробки програм мовами Асемблер та С для МК сімейства MCS-51	4
3	Введення і виведення даних через паралельні порти МК-системи. Реалізація алгоритму кінцевого автомата на основі таблиці станів	4
4	Апаратно-програмне вимірювання частоти зовнішніх імпульсів на основі таймерів МК	4
5	Вимірювання тривалості зовнішніх імпульсів та основі таймера	4
6	Програмування реакції МК на зовнішні події та апаратно-програмне формування інтервалів часу на основі таймерів	4
7	Тестування запам'ятовувальних пристроїв у складі УНМС	4
8	Керування роботою аналого-цифрового перетворювача та пересилання даних на ПЕОМ	4
	Разом за семестр 6	32

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Класифікація мікропроцесорів. Архітектура і програмне забезпечення цифрових контролерів. Представлення даних в контролерах (M1-T1)	6
2	Апаратні ресурси мікроконтролерів сімейства MCS-51 (M1-T2)	3
3	Система команд і способи адресації даних в мікроконтролерах. Розробка програм мовами Асемблер та Сі (M1-T3)	6
4	Реалізація периферійних функцій у мікроконтролерах. Паралельні порти введення-виведення МК MCS-51 (M1-T4)	6
5	Структура і використання таймерів у мікроконтролерах (M1-T5)	10
6	Послідовний порт UART в мікро контролерах (M1-T6)	4
7	Обробка переривань у мікроконтролерах (M1-T7)	6
8	Реалізація функцій і дискретних автоматів на МК (M2-T1)	2
9	Особливості побудови шинної архітектури контролерів (M2-T2)	6
10	Розрахунок елементів паралельної шинної архітектури (M2-T3)	2
11	Аналого-цифрові інтерфейси мікропроцесорних систем (M2-T4)	6
12	Виконання розрахункової роботи №1 на тему «Розрахунок адресного селектора для МП-системи з шинною архітектурою». (Модуль 2 – Теми 2, 3)	10
13	Написання модульних контрольних робіт	4
	Разом	71

9. Індивідуальні завдання

Назва індивідуального завдання	Кількість годин
Виконання розрахункової роботи №1 на тему «Розрахунок адресного селектора для МП-системи з шинною архітектурою». (Модуль 2 – Теми 2, 3)	10

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних занять, індивідуальні консультації (за необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю у вигляді захисту лабораторних робіт, захисту індивідуальної розрахункової роботи відповідно до змістових модулів і тем, виконання модульної контрольної роботи; фінальний (семестровий) контроль – іспит.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Семестр 6			
Змістовний модуль 1			
Виконання лабораторних робіт	3...5	6	18...30
Захист лабораторних робіт	3...5	6	18...30
Модульний контроль	3...5	1	3...5
Змістовний модуль 2			
Виконання лабораторних робіт	3...5	2	6...10
Захист лабораторних робіт	3...5	2	6...10
Захист РГР №1 (задачі 1 та 2)	3...5	2	6...10
Модульний контроль	3...5	1	3...5
Усього за семестр 6			60...100

Семестровий контроль у вигляді іспиту проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з трьох запитань. Перше запитання – теоретичне, максимальна кількість балів становить 20. Друге запитання – задача для розв'язання, максимальна кількість балів – 40. Третє запитання – лабораторне (стендове), максимальна кількість балів – 40.

Приклади екзаменаційних білетів

Білет 1

1. Теоретичне запитання. Структура однокристалного мікроконтролера MCS-51. Електричний інтерфейс, групи виводів. Мінімальна і шинна конфігурація мікроконтролерної системи. Максимальний бал за правильну відповідь – 20 балів.

2. Задача для розв'язання. Розрахувати адресний селектор для управління мікросхемами пам'яті таких об'ємів: область ПЗП – 8К, початкова адреса 2000H; область ОЗП – 2×8К, початкова адреса 4000H. Побудувати схему розрахованого адресного селектора. Максимальний бал за правильну відповідь – 40 балів.

3. Лабораторне (стендове) завдання. Розробити програму мовою Сі для MCS-51, яка циклічно реалізує такі дії на стенді УУМС: зчитує поточне значення з лінійки перемикачів (адреса ЗПД 0FFF2h); якщо біт 3 дорівнює 0, то виводить на ССІ значення 15, інакше – значення 20; якщо біт 4 дорівнює 1, то вмикає лінійку світлодіодів (адреса ЗПД 0FFF1h), інакше гасить лінійку світлодіодів. Максимальний бал за правильну відповідь – 40 балів.

Білет 2

1. Теоретичне запитання. Паралельний програмований інтерфейс (ППІ) моделі 82C55 і його застосування в обчислювальних системах. Максимальний бал за правильну відповідь – 20 балів

2. Задача для розв'язання. Представити значення -50 в форматах «Ціле двухбайтове зі знаком» і «З плаваючою крапкою 3 байта». Максимальний бал за правильну відповідь – 40 балів.

3. Лабораторне (стендове завдання): Здійснити моделювання роботи дешифратора (3×8) в середовищі Electronics Workbench. Використати модель дешифратора **Generic 3-to-8 Dec** з бібліотеки цифрових мікросхем Digital. Максимальний бал за правильну відповідь – 40 балів

Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74 балів)

Здобувач володіє теоретичним матеріалом не в повному обсязі, допустив помилки у вирішенні задачі або практичного (лабораторного) завдання, його відповіді на запитання не є повними, або є помилковими. Дав неточні та неповні відповіді на додаткові запитання. Захистив всі індивідуальні завдання (лабораторні роботи та РГР) та модульні контрольні роботи із оцінками в межах вказаного діапазону.

Добре (75-89 балів)

Здобувач має тверді знання з теоретичної частини дисципліни, розв'язав задачу правильно, але нераціональним способом, виконав практичне (лабораторне) завдання, але його відповіді на деякі запитання не є повними. Дав неточні відповіді на теоретичні додаткові запитання. Захистив всі індивідуальні завдання (лабораторні роботи та РГР) та модульні контрольні роботи із оцінками в межах вказаного діапазону.

Відмінно (90-100 балів)

Здобувач твердо знає: базові функціональні елементи і блоки цифрової схемотехніки; методи розрахунку параметрів блоків цифрової схемотехніки; типову структуру однокристалного мікроконтролера, принципи його функціонування і побудови цифрового контролера на його основі; типову структуру обчислювальної системи із шинною організацією; схемотехнічні рішення для введення і виведення аналогових і дискретних сигналів із цифрового

контролера; принципи побудови і проектування програмного забезпечення однокристальних мікроконтролерів; узагальнену методику проектування контролера для системи управління.

При цьому здобувач, використовуючи знання з дисципліни, повно та правильно відповідає на всі питання, які були поставлені перед ним. У всіх відповідях здобувач не допустив суттєвих неточностей, вільно користується навчальною та науково-технічною літературою з питань дисципліни. Здобувач проявляє вміння логічно і чітко скласти свою відповідь, розв'язати типову задачу та практичне завдання, а також відповідати на всі додаткові питання. Зменшення кількості балів в межах 90...100 можливе при неточних формулюваннях у відповідях на додаткові запитання.

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- базові функціональні елементи і блоки цифрової схемотехніки;
- методики розрахунку параметрів блоків цифрової схемотехніки;
- типову структуру однокристального мікроконтролера, принципи його функціонування і побудови цифрового контролера на його основі;
- типову структуру обчислювальної системи із шинною організацією;
- схемотехнічні рішення для введення і виведення аналогових і дискретних сигналів із цифрового контролера;
- загальні принципи побудови і проектування програмного забезпечення однокристальних мікроконтролерів;
- узагальнену методику проектування контролера для системи управління.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- розраховувати типові функціональні блоки цифрової схемотехніки;
- формувати функціональну і принципову схеми цифрового контролера;
- створювати алгоритмічне забезпечення для вирішення контролером типових функціональних задач управління;
- створювати і тестувати програмне забезпечення цифрового контролера.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

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

13. Методичне забезпечення

Все методичне забезпечення в електронному вигляді розміщене на сервері каф. 301. Автор всіх розробок – доцент каф. 301 Джулгаков В.Г. Шлях для ознайомлення і скачування: R:\materials\Микропроцессорные регуляторы\Микроконтроллеры в системах управления або

<https://drive.google.com/drive/folders/10sAYmKlmXxTPoVx8znUdkIa9LMj5JYRt>

Розміщення НКМД дисципліни у системі дистанційного навчання Ментор:

– для семестру 6 – <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1247>

1. Конспект лекцій з дисципліни «Мікроконтролери в системах управління». 2024 р.
2. Методичні вказівки і завдання до виконання лабораторних робіт в семестрі 6. 2024 р.
3. Методичні вказівки і завдання до виконання лабораторних робіт в семестрі 7. 2024 р.
4. Методичні вказівки і завдання до виконання розрахунково-графічних робіт. 2024 р.
5. Інтегроване середовище **MCStudio**. Інструкція користувача. 2012 р.
6. Універсальна учбова мікроконтролерна система УУМС. Технічний опис. 2010 р.
7. Системне програмне забезпечення УУМС. Інструкція користувача. 2010 р.
8. Методичні рекомендації з розробки програмного забезпечення в інтегрованому середовищі MCStudio мовою С. 2016 р.
9. Проектування цифрових контролерів. / В. Г. Джулгаков, К. І. Руденко. – Навч. посібник. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харьк. авіац. ін-т», 2008 – 100 с.
10. Джулгаков, В. Г. Мікроконтролери в системах керування. Microprocessor Control Systems : навч. посіб. до лаб. робіт / В. Г. Джулгаков. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 144 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Гришук Ю. С. Мікроконтролери: Архітектура, програмування та застосування в електромеханіці : навч. посіб. / Ю. С. Гришук. – Харків : НТУ «ХП», 2019. – 384 с.
2. Фурман, І. О. Мікроелектронні засоби програмного керування / І. О. Фурман, М. Л. Малиновський, В. Г. Джулгаков / Під заг. ред. І. О. Фурмана : Підручник для студентів ВНЗ. – Харків : Факт, 2007. – 486 с.
3. Джулгаков, В. Г. Проектування цифрових контролерів : навч. посіб. / В. Г. Джулгаков, К. І. Руденко : Навч. посібник. – Х. : Нац. аерокосм. ун-т «Харьк. авіац. ін-т», 2008. – 100 с.
4. Джулгаков, В. Г. Мікроконтролери в системах керування. Microprocessor Control Systems [Текст] : навч. посіб. до лаб. робіт / В. Г. Джулгаков. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 144 с.
5. Поджаренко, В. О. Основи мікропроцесорної техніки : навч. посіб. / В. О. Поджаренко, В. Ю. Кучерук, В. М. Севастьянов. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 226 с.

Допоміжна

1. Прокопенко, В. С. Програмування мікроконтролерів ATME1 мовою С / В. С. Прокопенко. – Харків : Бізнес-Інформ, 2012. – 392 с.
2. Програмування мікроконтролерів AVR : навч. посіб. / С. М. Цирульник, О. Д. Азаров, Л. В. Крупельницький, Т. І. Трояновська. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 111 с.
3. Раціональне управління працездатністю макетного блока електродвигунів-маховиків [Текст] / В. Г. Джулгаков, К. Ю. Дергачов, А. С. Кулік та ін. : за заг. ред. А. С. Куліка. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2023. – 224 с. ISBN 978-966-662-900-8

15. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри 301: **k301.khai.edu**.
2. Офіційний сайт провідного виробника мікроконтролерів ATME1: www.atmel.com