

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09 05.01/152.00.1/Б/ВК2.5-2022
	Екземпляр № 1	Арк. ___ / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

31 серпня 2022 р., протокол № 7
Голова Вченої ради



Олексій ГРОМОВИЙ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ПРОГРАМУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка» освітньо-професійна програма «Комп'ютеризовані інформаційно-вимірвальні системи»

факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

кафедра метрології та інформаційно-вимірвальної техніки

Схвалено на засіданні кафедри метрології та інформаційно-вимірвальної техніки
30 серпня 2022р., протокол № 8

Завідувач кафедри

 Юрій ПОДЧАШИНСЬКИЙ

Гарант ОПП

 Юрій ПОДЧАШИНСЬКИЙ

Розробник: к.т.н., доцент кафедри метрології та інформаційно-вимірвальної техніки ЧЕПЮК Ларіна

Житомир
2022 – 2023 н.р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 13 / 2

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 6	Галузь знань:	<i>Вибіркова</i>	
Модулів – 2	Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		2022-23-й	2022-22-й
Загальна кількість годин – 180		Семестр	
		5-й	5-й
		Лекції	
		32 год.	6 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6 год. самостійної роботи студента – 5,25	Освітній ступінь «бакалавр»	Практичні	
		32 год.	2 год.
		Лабораторні	
		32 год.	10 год.
		Самостійна робота	
		84 год.	162 год.
		Вид контролю:	
		<ul style="list-style-type: none"> • 2 модульні контрольні роботи; • звіти з лабораторних робіт; • розрахунково-графічні роботи (згідно завдання на самостійну роботу); • екзамен. 	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 53 % аудиторних занять, 47 % самостійної та індивідуальної роботи;

для заочної форми навчання – 10 % аудиторних занять, 90 % самостійної та індивідуальної роботи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 13 / 3

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою дисципліни «Програмування мікропроцесорних засобів вимірювальної техніки» є

- вивчення студентами основних принципів побудови мікропроцесорних пристроїв комп'ютеризованих систем вимірювання і обробки інформації;
- застосовувати сучасні мікропроцесорні пристрої при проектуванні та розробці комп'ютеризованих систем вимірювання і обробки інформації;
- набуття практичних навичок побудови апаратурної частини та програмного забезпечення мікропроцесорних систем та методів їх налагодження при проектуванні сучасних комп'ютеризованих систем вимірювання і обробки інформації.

Завданнями вивчення дисципліни є:

- основні етапи та тенденції розвитку МП техніки;
- функціональне призначення, логічну структуру та сумісність елементної бази МП систем;
- класифікацію та функціональний склад МП комплектів найбільш розповсюджених серій;
- принципи побудови мікроконтролерів та МП систем на базі МП комплектів найбільш розповсюджених серій;
- мови програмування МП та МК;
- методи програмування, інтегрованих програмних засобів, що використовуються під час підготовки прикладних програм;
- методи побудови систем збору та обробки інформації;
- методів формування програмного забезпечення та його налагодження;
- принципи і засоби з'єднання МП систем з первинними перетворювачами та виконавчими пристроями.
- методи побудови мікроконтролерних систем та налаштування апаратурної частини.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 13 / 4

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»:

K01. Здатність застосовувати професійні знання й уміння у практичних ситуаціях.

K04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

K15. Здатність, виходячи з вимірювальної задачі, пояснювати та описувати принципи побудови обчислювальних компонент засобів вимірювальної техніки.

K23. Здатність розробляти алгоритми функціонування та програмне забезпечення комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних систем.

K24. Здатність управляти інформаційними процесами у комп'ютеризованих вимірювальних системах.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»:

ПР06. Вміти використовувати інформаційні технології при розробці програмного забезпечення для опрацювання вимірювальної інформації.

ПР13. Знати та вміти застосовувати сучасні інформаційні технології для вирішення задач в сфері метрології та інформаційно-вимірювальної техніки.

ПР19. Вміти застосовувати мікропроцесори, мікроконтролери та відповідні програмні засоби у комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних системах.

ПР20. Знати теорію та методи цифрової обробки сигналів, вміти їх застосовувати для аналізу, фільтрації та перетворення вимірювальної інформації.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Програмування AVR - мікроконтролерів.

Тема 1. Загальні відомості про AVR - мікроконтролери

Загальна характеристика дисципліни. Зміст дисципліни. Її зв'язок з іншими дисциплінами. Розвиток мікроконтролерів сімейства AVR. Різновиди процесорів AVR.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 13 / 5

Тема 2. Характеристики AVR - мікроконтролерів

Основні параметри AVR - мікроконтролерів. Структура типового AVR - мікроконтролера. Блок керування. Система скидання процесора. Генератор. Регістри керування. Файловий реєстр. Показчик стеку. Арифметико-логічний пристрій.

Тема 3. Організація пам'яті

Загальна характеристика. Організація пам'яті програм. Організація пам'яті даних. Статична пам'ять даних. Енергонезалежна пам'ять даних EEPROM. Програмування FLASH- та EEPROM-пам'яті.

Тема 4. Програмна модель AVR - мікроконтролера

Послідовність розробки керуючої програми. Мови програмування. Програмна модель AVR - мікроконтролера. Способи адресації операндів.

Тема 5. Система команд AVR-мікроконтролерів

Формати команд і даних. Базовий набір команд мікроконтролера. Нові команди AVR - мікроконтролерів. Самопрограмування AVR - мікроконтролерів.

Тема 6. Взаємодія мікроконтролера з об'єктом вимірювання, оператором, мікроконтролерною системою

Введення статичних цифрових сигналів. Особливості взаємодії мікропроцесорних систем з полями конфігурації системи, набором датчиків цифрових сигналів, кнопковими перемикачами. Методи усунення тремтіння контактів. Клавіатура мікроконтролера. Виведення інформації на дисплей.

Тема 7. Розробка прикладного програмного забезпечення

Формалізований підхід до розробки програмних продуктів. Процедури і підпрограми. Можливості використання мов високого та низького рівня при створенні прикладного програмного забезпечення. Загальні вимоги до написання текстів програм. Системи візуального програмування.

Тема 8. Засоби відпрацювання програмних продуктів

Програмні симулятори. Симулятори мікроконтролера. Інтегроване середовище AVRStudio. Симулятори середовища з мікроконтролером. Інтегроване середовище Proteus. Внутрішньосхемні емулятори. Класифікація. Зовнішнє та внутрішньосхемне програмування.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 13 / 6

Змістовий модуль 2.

Периферійні модулі AVR - мікроконтролерів.

Тема 9. Модуль введення / виведення

Загальна характеристика модуля. Порти введення/виведення AVR - мікроконтролерів. Звернення до портів введення/виведення. Структура портів введення/виведення. Конфігурування виводів портів введення/виведення.

Тема 10. Модуль УАПП/УСАПП

Опис структури модулів УАПП/УСАПП. Швидкість прийому/передачі даних. Обмін даними через інтерфейс УСАПП у мікроконтролерній мережі.

Тема 11.

Послідовний синхронний інтерфейс I²C (TWI)

Загальна характеристика інтерфейсу I²C (TWI). Особливості обміну даними шиною TWI. Опис структури модуля TWI. Програмування інтерфейсу TWI.

Тема 12. Модуль SPI

Характеристика модуля SPI мікроконтролерів AVR. Програмування модуля. Режими передачі даних інтерфейсом SPI.

Тема 13. Модуль таймерів/лічильників

Особливості архітектури таймерів AVR - мікроконтролерів. Керування тактовим сигналом. Моделювання модуля таймера.

Тема 14. Модуль аналого-цифрового перетворювача

Функціонування модуля. Програмування модуля. Керування вхідним мультимплексором. Збереження результату перетворення. Особливості підключення джерела опорної напруги. Моделювання модуля АЦП.

Тема 15. Модуль цифро - аналогового перетворювача

Функціонування модуля. Програмування модуля. Особливості підключення джерела опорної напруги. Моделювання модуля ЦАП.

Тема 16. Модуль аналогового компаратора та спеціальні режими роботи мікроконтролера

Аналоговий компаратор у складі AVR - мікроконтролерів. Функціонування та програмування компаратора. Тактування. Режим зниженого енергоспоживання. Підсистема переривань.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 13 / 7

4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	лекції	лабораторні та практичні	самостійна робота	усього	лекції	лабораторні	самостійна робота
Модуль 1								
Змістовий модуль 1. Програмування AVR- мікроконтролерів								
Тема 1. Загальні відомості про AVR - мікроконтролери.	4	2		2	4			4
Тема 2. Характеристики AVR - мікроконтролерів.	4	2		2	4			4
Тема 3. Організація пам'яті.	8	2		6	8			8
Тема 4. Програмна модель AVR - мікроконтролера.	8	2		6	8	2		6
Тема 5. Система команд AVR-мікроконтролерів.	18	2	10	6	16		2	14
Тема 6. Взаємодія мікроконтролера з об'єктом вимірювання, оператором, мікроконтролерною системою.	18	2	10	6	16	2		14
Тема 7. Розробка прикладного програмного забезпечення.	16	2	8	6	20	2	2	16
Тема 8. Засоби відпрацювання програмних продуктів.	16	2	8	6	20		4	16
Разом за змістовий модуль 1	92	16	36	40	96	6	8	82
Змістовий модуль 2. Периферійні модулі AVR - мікроконтролерів								
Тема 9.. Модуль введення / виведення.	10	2	2	6	10			10
Тема 10. Модуль УАПП/УСАПП.	10	2	2	6	10			10
Тема 11. Послідовний синхронний інтерфейс I ² C (TWI).	10	2	2	6	10			10
Тема 12. Модуль SPI.	14	2	6	6	14			14
Тема 13. Модуль таймерів/лічильників.	14	2	6	6	14			14
Тема 14. Модуль аналого-цифрового перетворювача.	14	2	6	6	14		4	10
Тема 15. Модуль цифро - аналогового перетворювача:	10	2	2	6	10			10
Тема 16. Модуль аналогового компаратора та спеціальні режими роботи мікроконтролера.	6	2	2	2	6			6
Разом за змістовий модуль 2	88	16	28	44	88			
ВСЬОГО	180	32	32	84	180	6	12	162

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 13 / 8

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Вивчення роботи портів вводу-виводу плати Arduino	2	
2	Робота з рядками в програмованих мікроконтролерах Arduino	2	
3	Аналогові входи плати Arduino. Читання аналогових сигналів. Вимірювання середнього значення сигналу	2	2
4	Цифрова фільтрація вимірювальних сигналів в програмах для Arduino		
5	Вивчення роботи системи переривань та модуля ШІМ програмованого мікроконтролера Arduino	2	
6	Вивчення роботи АЦП програмованого мікроконтролера Arduino	2	
7	Програмування в Arduino. Вимірювання відстані.	2	
8	Програмування в Arduino. Вимірювання температури і вологості.	2	
9	Програмування та налагодження інтерфейсу 1-Wire між платою Arduino та вимірювальним середовищем.	2	
10	Дослідження роботи сервоприводу та фотоелементу.	2	
11	Програмування генератора вимірювальних сигналів з використанням Arduino	2	
12	Робота з LCD – дисплеєм по протоколу I2C	2	
13	Програмування годинника реального часу	2	
14	Віддалене керування приладами	2	
15	Програмування вимірювального підсилювача	2	
16	Програмування та налагодження інтерфейсу RS-485 між платою Arduino та іншими пристроями	2	
РАЗОМ		32	4

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 13 / 9

6. Теми лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Програмно-налагоджувальні засоби у AVR-Studio. Дослідження команд пересилання, арифметичних логічних, роботи з окремими бітами та зсуву	4	2
2	Програмно-налагоджувальні засоби у AVR-Studio Дослідження команд передачі керування, виклику та повернення із підпрограм	4	4
3	Дослідження команд МК MEGA та XMEGA	4	–
4	Моделювання модуля АЦП	4	4
5	Моделювання цифрового вольтметра	4	–
6	Моделювання модуля універсального асинхронного приймача–передавача AVR	4	–
7	Моделювання модуля SPI	4	–
8	Моделювання інтерфейсу TWI (I ² C)	4	–
РАЗОМ		32	10

7. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми та розділи для самостійного вивчення	Кількість годин
1	Тема 1. Розвиток мікроконтролерів сімейства AVR. Різновиди процесорів AVR.	2
2	Тема 2. Основні параметри AVR - мікроконтролерів.	2
3	Тема 3. Програмування FLASH- та EEPROM-пам'яті	6
4	Тема 4. . Способи адресації операндів	6
5	Тема 5. Самопрограмування AVR - мікроконтролерів.	6
6	Тема 6. Методи усунення тремтіння контактів. Клавіатура мікроконтролера	6
7	Тема 7. Можливості використання мов високого та низького рівня при створенні прикладного програмного забезпечення.	6
8	Тема 8. Зовнішнє та внутрішньосхемне програмування	6

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 13 / 10

9	Тема 9. Конфігурування виводів портів введення/виведення.	6
10	Тема 10. Обмін даними через інтерфейс УСАПП у мікроконтролерній мережі	6
11	Тема 11. Особливості обміну даними шиною TWI	6
12	Тема 12. Оформлення звітів лабораторних робіт та підготовка до захисту	6
13	Тема 13. Режими передачі даних інтерфейсом SPI	6
14	Тема 14. Особливості підключення джерела опорної напруги до АЦП	6
15	Тема 15. Моделювання модуля ЦАП	6
16	Тема 16. Режим зниженого енергоспоживання	2
Разом		84

8. Індивідуальні завдання

Індивідуальні семестрові завдання виконуються у формі розрахункової роботи.

Метою виконання розрахункової роботи є оволодіння наскрізним циклом розробки мікропроцесорних систем вимірювання.

Виконання розрахункової роботи передбачає наступні етапи:

- огляд існуючих систем з аналогічним призначенням. Аналіз основних властивостей цих систем. Визначення основних функцій системи, що розробляється;
- розробка структурної та принципової схем пристрою. Опис цих схем;
- розробка алгоритму програми мікро контролера;
- розробка та від лагодження програми;
- висновки по роботі.

Конкретна тематика розрахункової роботи узгоджується з лектором. Як правило тематика розрахункової роботи відповідає фрагментам завдань по бакалаврським проектам. Це дає змогу студентам максимально зосередити зусилля по створенню наскрізного проекту, елементом якого є мікроконтролерна система вимірювання. У загальному випадку тема роботи передбачає розробку мікроконтролерної системи, що реалізує функції збору інформації в системі, введення аналогових величин, формування опорних аналогових сигналів, введення та формування статичних та імпульсних цифрових сигналів виведення даних на семисегментний індикатор, роботи із клавіатурою, роботи з інтерфейсами.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 13 / 11

9. Методи навчання

На лекційних заняттях: розповідь, пояснення, демонстрація, бесіда, дискусія. На лабораторних заняттях: пояснення, розв'язування ситуаційних задач, виконання індивідуального варіанту завдання. Самостійна робота студента: вивчення розділів основної і допоміжної літератури, реферати, повідомлення, науково-пошукові, дослідницькі проекти.

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – лабораторна робота, практична робота, вправи. За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний. За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький

10. Методи контролю

Контрольні заходи включають поточний та підсумковий модульний контроль в тому числі у вигляді модульних контрольних робіт.

Поточний контроль здійснюється під час проведення лабораторних занять для перевірки рівня підготовки студента до виконання конкретної роботи. Форма проведення поточного контролю: усне опитування, вирішення ситуаційних задач, тестовий контроль, виконання лабораторної роботи. Оцінюється вхідний, проміжний, кінцевий рівень знань студента.

11. Розподіл балів

Поточне тестування та самостійна робота							
Змістовий модуль №1							
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
3	3	3	9	9	9	9	9

Поточне тестування та самостійна робота								Сума
Змістовий модуль №2								
T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	100
3	3	3	9	8	8	3	9	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 13 / 12

Шкала оцінювання

За шкалою	Екзамен	Залік	Бали
A	Відмінно	Зараховано	90-100
B	Добре	Зараховано	82-89
C			74-81
D	Задовільно	Зараховано	64-73
E			60-63
FX	Незадовільно	Не зараховано	35-59
F		Не зараховано	0-34

11. Рекомендована література

Основна література

1. Новацький А.О. Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи: Ч.2 «Проектування мікропроцесорних систем». – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 462 с.

2. Мікропроцесорні пристрої [Електронний ресурс]: навчальний посібник / Т. О. Терещенко, В. А. Тодоренко, Л. М. Батрак, Ю. С. Ямненко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,62 Мбайт). – Київ: «Кафедра», 2017. – 244 с. – Назва з екрана.

3. Новацький А.О. Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи: Частина 2. Проектування мікропроцесорних систем: Лабораторний практикум – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 268 с.

4. Баран В.С., Власюк Г.Г., Оникієнко Ю.О., Смоленська О.І. Основи мікропроцесорної техніки: лабораторний практикум – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. –140 с.

5. Програмування мікроконтролерів AVR: [навчальний посібник] / С. М. Цирульник, О. Д. Азаров, Л. В. Крупельницький, Т. І. Трояновська. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 111 с.

Допоміжна література

1. Новацький, А. О. Проектування вбудованих систем. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ., які навчаються за освітньою програмою «Інтегровані інформаційні системи» за спеціальністю 126 «Інформаційні системи та технології» / А. О. Новацький, В. М. Шимкович ;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ВК2.6-2022
	Екземпляр № 1	Арк 13 / 13

КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 18,06 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 463 с. – Назва з екрана.

2. Основи мікропроцесорної техніки: Лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 171 «Електроніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Т. О. Терещенко, Л. М. Батрак, Ю. С. Ямненко. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,51 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 59 с.

3. Програмування мікроконтролерів систем автоматики: конспект лекцій для студентів базового напрямку 050201 “Системна інженерія” / Укл.: А.Г. Павельчак, В.В. Самотий, Ю.В. Яцук – Львів: Львівська політехніка. – 2012. – 143 с.

4. Низькорівневе програмування мікроконтролерів: методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів за напрямом підготовки 121 «Інженерія програмного забезпечення» факультету інформаційних технологій УжНУ / Розробники: Лях І.М., Поліщук В.В.– Ужгород: 2018. – 51 с.

5. Розробка радіоелектронних схем на основі мікроконтролерів (на прикладі AVR мікроконтролерів фірми Atmel): методичний посібник до курсу "Проектування радіоелектронних схем" для студентів радіофізичного факультету / Пархоменко Д. А., Смирнов Є. М. – Київ: Радіофізичний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2013. – 74 с..

6. Цирульник С. М. Проектування мікропроцесорних систем: навчальний посібник/ С. М. Цирульник, Г. Л. Лисенко. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 201 с.

12. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. <https://www.microchip.com/en-us/products/microcontrollers-and-microprocessors/8-bit-mcus/avr-mcus> -
2. Офіційний сайт Arduino [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.arduino.cc>.
3. Сайт Arduino.ua Плати Arduino Nano [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Nano>
4. Сайт Arduino.ua Плати Arduino Uno [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Uno>
5. Сайт Arduino.ua Плати Arduino Mega2560 [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Mega2560>