

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/ОК25-2022
	Екземпляр № 1	Арк 13 / 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 «МІКРОПРОЦЕСОРИ ТА МІКРОКОНТРОЛЕРИ У ІНФОРМАЦІЙНО- ВИМІРЮВАЛЬНІЙ ТЕХНІЦІ»

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 2022 р., протокол № 8

Завідувач кафедри

Юрій ПОДЧАШИНСЬКИЙ
Тарасів ОМТ
Юрій Подчасинський

Розробник: к.т.н., доц. 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/ОК25-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 2

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 4	Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»	<i>Нормативна</i>	
Модулів – 1	Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		3-й	3-й
Загальна кількість годин – 120		Семестр	
		6-й	6-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 год. самостійної роботи студента – 2,5	Освітній ступінь «бакалавр»	Лекції	
		32 год.	6 год.
		Практичні	
		16 год.	–
		Лабораторні	
		32 год.	12 год.
		Самостійна робота	
40 год.	102 год.		
Вид контролю: екзамен			

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

для денної форми навчання – 67 % аудиторних занять, 33 % самостійної та індивідуальної роботи;

для заочної форми навчання - 15 % аудиторних занять, 85 % 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/ОК25-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 3

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою дисципліни «Мікропроцесори та мікроконтролери у інформаційно-вимірювальній техніці» 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 відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК25-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 4

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

K14. Здатність проектувати засоби інформаційно-вимірювальної техніки та описувати принцип їх роботи.

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.

ПР07. Вміти пояснити та описати принципи побудови обчислювальних підсистем і модулів, що використовуються при вирішенні вимірювальних задач.

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.

Системні пристрої мікроконтролерів сімейства ARM.

Тема 1. Загальні відомості про ARM і Cortex процесори як технічні засоби для розробки комп'ютеризованих ІВС.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.09- 05.01/152.00.1/Б/ОК25-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 5

Характеристики ARM і Cortex процесорів. Передумови створення ARM. Процесори Cortex. Переваги RISC – процесорів. Використання у комп'ютеризованих ІВС.

Тема 2. *Структура типового мікроконтролера з ARM-ядром. Реалізація методів цифрової обробки сигналів з вимірювальною інформацією*

Загальні відомості. Мікроконтролер LPC2378. Мікроконтролер STM32.

Тема 3. *Характеристика ядра ARM-мікроконтролерів як обчислювальних компонент засобів вимірювальної техніки*

Основні положення. Конвейер команд. Регістри реєстрового файлу. Регістр поточного стану програми. Режими обробки виняткових ситуацій. Набір команд ARM7. Набір команд Thumb.

Тема 4. *Формати команд програмного забезпечення для опрацювання вимірювальної інформації*

Префікси команд. Формати команд обробки операндів. Формати команд завантаження/збереження.

Тема 5. *Способи адресації операндів*

Адресація команд роботи з співпроцесорами. Приклади способів адресації.

Тема 6. *Загальні відомості про системні периферійні пристрої.*

Загальні відомості. Внутрішні шини. Системні тактові сигнали. Тактові сигнали периферійних пристроїв Керування енергоспоживанням. Організація пам'яті. Загальна характеристика. Модуль прискорення роботи пам'яті. Конфігурація модуля МАМ. Модуль ФАПЧ.

Тема 7. *Система переривань*

Система переривань. Загальні відомості. Блок керування виводами. Виводи зовнішніх переривань. Структура переривань. Невекторні переривання. Програмні переривання. Вкладені переривання. Джерела переривань.

Тема 8. *Модуль прямого доступу до пам'яті*

Загальна характеристика. Огляд модуля DMA. Синхронізація DMA. Пересилання з пам'яті в пам'ять. Пакетна передача. Підтримка модулем DMA периферійних пристроїв. Пересилання несуміжних даних. Регістри керування.

Змістовий модуль 2.

Периферійні пристрої загального призначення мікроконтролерів сімейства ARM.

Тема 9. *Загальні відомості про периферійні пристрої загального*

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/ОК25-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 6

призначення. Порти введення/виведення. Таймери загального призначення. Використання у комп'ютеризованих ІВС.

Загальні положення. Порти введення/виведення загального призначення. Опис керуючих регістрів портів введення/виведення. Таймери загального призначення. Режими роботи модуля таймерів. Опис керуючих регістрів модуля таймерів. Структура модуля таймерів/лічильників.

Тема 10. *Модуль широтно–імпульсного модулятора. Сторожовий таймер*

Модуль широтно–імпульсного модулятора (ШІМ). Загальна характеристика. Режим лічильника. Структурна схема модуля ШІМ. Сторожовий таймер. Загальні відомості. Період сторожового таймера.

Тема 11. *Модуль універсального асинхронного послідовного програмованого приймача–передавача (УАПП).*

Загальні відомості Пристрій перетворення рівнів (ППР) Роз'єм RS–232С. Робота модуля УАПП в мікроконтролерах сімейства ARM.

Тема 12. *Інтерфейс I²C*

Загальна характеристика інтерфейсу I²C. Типові особливості інтерфейсу I²C мікроконтролерів сімейства ARM. Режими роботи інтерфейсу I²C мікроконтролерів сімейства ARM. Опис виводів. Опис керуючих регістрів.

Тема 13. *Інтерфейс SPI*

Основні положення. Передача даних в режимі ведучого. Передача даних в режимі веденого. Переривання SPI.

Тема 14. *Модуль аналого-цифрового перетворювача (АЦП)*

Основні відомості про АЦП. Модуль АЦП мікроконтролерів сімейства ARM. Програмування АЦП.

Тема 15. *Модуль цифро - аналогового перетворювача*

Загальна характеристика. Модуль ЦАП мікроконтролерів сімейства ARM.

Тема 16. *CAN – інтерфейс. Модуль годинника реального часу. Інтерфейс Ethernet. Інформаційні технології для вирішення задач в сфері метрології та інформаційно-виміральної техніки*

Модуль годинника реального часу (RTC). Загальна характеристика. Регістри керування модулем RTC. Загальні відомості про CAN – інтерфейс. CAN–модуль ARM – мікроконтролера. Керуючі регістри контролерів CAN1і CAN2. Регістри фільтрації повідомлень. Інтерфейс Ethernet.

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/ОК25-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 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 та практичні	самостійна робота
Модуль 1.								
Змістовий модуль 1. Системні пристрої мікроконтролерів сімейства ARM								
Тема 1. Загальні відомості про ARM і Cortex процесори як технічні засоби для розробки комп'ютеризованих ІВС.	6	2	2	2	6	–	–	6
Тема 2. Структура типового мікроконтролера з ARM–ядром. Реалізація методів цифрової обробки сигналів з вимірювальною інформацією	6	2	2	2	6	2	–	4
Тема 3. Характеристика ядра ARM–мікроконтролерів як обчислювальних компонент засобів вимірювальної техніки	8	2	4	2	8	–	4	4
Тема 4. Формати команд програмного забезпечення для опрацювання вимірювальної інформації	8	2	4	2	8	–	–	8
Тема 5. Способи адресації операндів.	8	2	4	2	8	–	–	8
Тема 6. Загальні відомості про системні периферійні пристрої.	6	2	2	2	6	2	–	4
Тема 7. Система переривань.	6	2	2	2	6	–	–	6
Тема 8. Модуль прямого доступу до пам'яті.	8	2	4	2	8	–	–	8
Разом за змістовий модуль 1	56	16	24	16	56	4	4	48
Модуль 2. Змістовий модуль 2. Периферійні пристрої загального призначення мікроконтролерів сімейства ARM								
Тема 9. Загальні відомості про периферійні пристрої загального призначення. Порти введення/виведення. Таймери загального призначення. Використання у комп'ютеризованих ІВС.	9	2	4	3	9	2	–	7
Тема 10. Модуль широтно–імпульсного модулятора. Сторожовий таймер.	9	2	4	3	9	–	–	9
Тема 11. Модуль універсального асинхронного послідовного програмованого приймача–передавача (УАПП).	7	2	2	3	7	–	–	7
Тема 12. Інтерфейс I ² C.	7	2	2	3	7	–	–	7
Тема 13. Інтерфейс SPI.	7	2	2	3	7	–	–	7

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/ОК25-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 8

Тема 14. Модуль аналого-цифрового перетворювача (АЦП).	9	2	4	3	9	–	–	9
Тема 15. Модуль цифро - аналогового перетворювача (ЦАП)	9	2	4	3	9	–	4	5
Тема 16.. Модуль годинника реального часу. CAN – інтерфейс. Інтерфейс Ethernet. Інформаційні технології для вирішення задач в сфері метрології та інформаційно-виміральної техніки	7	2	2	3	7	–	4	3
Разом за змістовий модуль 2	64	16	24	24	64	2	8	54
ВСЬОГО	120	32	48	40	120	6	12	102

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Програмні середовища розробок мікропроцесорних систем на базі ARM	2	–
2	Особливості використання портів загального призначення GPIO	2	–
3	Контролер переривань EXTI та NVIC. Таймери.	2	–
4	Інтерфейс UART /USART2	2	–
5	Інтерфейс SPI	2	–
6	Інтерфейс I2C	2	–
7	Інтерфейс USB та USB OTG	2	–
8	Інтерфейс Ethernet	2	–
РАЗОМ		16	–

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/ОК25-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 9

6. Теми лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Керування портами вводу/виводу мікроконтролера	4	4
2	Інтерфейс вводу даних від користувача	4	–
3	Організація взаємодії мікроконтролера з персональним комп'ютером	4	–
4	Керування драйверами та приводами	4	–
5	Створення першого проекту на мові С	4	–
6	Дискретизація та аналогово-цифрове перетворення сигналів	4	4
7	Створення уніфікованих проектів на С для ARM процесорів	4	4
8	Застосування Matlab/Simulink для програмування мікроконтролерів STM32F4	4	–
РАЗОМ		32	12

7. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми та розділи для самостійного вивчення	Кількість годин, денна форма	Кількість годин, заочна форма
1	Тема 1. Переваги RISC – процесорів	2	6
2	Тема 2. Особливості ядра Cortex–M	2	4
3	Тема 3. Режими обробки виняткових ситуацій	2	4
4	Тема 4. Формати команд завантаження/збереження	2	8
5	Тема 5. Приклади способів адресацій	2	8
6	Тема 6. Модуль прискорення роботи пам'яті	2	4
7	Тема 7. Невекторні переривання.	2	6
8	Тема 8. Підтримка модулем DMA периферійних пристроїв. Пересилання несуміжних даних.	2	8
9	Тема 9. Опис керуючих регістрів модуля таймерів.	3	7

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/ОК25-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 10

10	Тема 10. Сторожовий таймер.	3	9
11	Тема 11. Робота модуля УАПІ в мікроконтролерах сімейства ARM	3	7
12	Тема 12. Режими роботи інтерфейсу I ² C мікроконтролерів сімейства ARM.	3	7
13	Тема13. Переривання SPI	3	7
14	Тема14. Програмування АЦП	3	9
15	Тема 15. Програмування ЦАП	3	5
16	Тема 16. Модуль годинника реального часу (RTC). Інтерфейс Ethernet.	3	3
Разом		40	102

8. Індивідуальні завдання

Теми індивідуальних семестрових завдань:

1. Структура мікропроцесорних (мікроконтролерних) систем для вимірювання фізичних величин.
2. Функціональна схема мікропроцесорних (мікроконтролерних) систем для вимірювання фізичних величин.
3. Принципова схема мікропроцесорних (мікроконтролерних) систем для вимірювання фізичних величин.
4. Аналіз основних властивостей мікропроцесорних систем.
5. Визначення основних функцій мікропроцесорних систем.
6. Алгоритми роботи мікропроцесорних систем;
7. Розробка та налагодження програмних засобів.
8. Функції збору інформації в мікропроцесорній системі
9. Введення аналогових сигналів в мікропроцесорну систему.
10. Виведення цифрових даних на семисегментний індикатор.

9. Методи навчання

Методи навчання:

- МН1 – вербальні (лекція, пояснення, розповідь, бесіда, інструктаж);
- МН2 – наочні (спостереження, ілюстрація, демонстрація);
- МН3 – практичні (різні види вправ та завдань, виконання розрахунків, практики);
- МН4 – пояснювально-ілюстративний (передбачає надання готової інформації викладачем та її засвоєння студентами);

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/ОК25-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 11

МН5 – репродуктивний, в основу якого покладено виконання різного роду завдань за зразком;

МН6 – метод проблемного викладу;

МН7 – частково-пошуковий (евристичний);

МН9 – дискусійний метод;

МН10 – метод активного навчання (проведення ділових ігор, ігрового проектування);

МН11 – ситуаційний метод, рішення кейсових завдань.

На лекційних заняттях: розповідь, пояснення, демонстрація, бесіда, дискусія. На лабораторних та практичних 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

Методи контролю:

МО1 – оцінювання роботи під час аудиторних занять;

МО2 – виконання лабораторних та практичних завдань;

МО3 – поточне тестування;

МО4 – виконання аудиторної контрольної роботи;

МО5 – захист індивідуального завдання;

МО6 – екзамен.

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

Поточний контроль здійснюється під час проведення лабораторних та практичних 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.

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/ОК25-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 12

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	

Шкала оцінювання

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

12. Рекомендована література

Основна література

1. Архітектура новітніх мікроконтролерів: Програмування мікроконтролерів сімейства ARM: Навчальний посібник / А.О. Новацький. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. –138с.
2. Архітектура новітніх мікроконтролерів: Периферійні модулі мікроконтролерів сімейства ARM: Навчальний посібник / А.О. Новацький – К: „КПІ ім. Ігоря Сікорського”, 2017. –354 с.
3. Сучасні напрямки комп'ютерної та мікропроцесорної техніки Розділ 1. Основні тенденції розвитку комп'ютерної і мікропроцесорної техніки. Розділ 2 Характеристики ARM і Cortex процесорів: конспект лекцій. [Електронний ресурс]: Т. О. Терещенко, Ю.С. Ямненко; КПІ ім. Ігоря Сікорського; – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 68 с.

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/ОК25-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 13

4. Сучасні напрямки комп'ютерної і мікропроцесорної техніки. Розділ 3. Архітектура сучасних мікроконтролерів: конспект лекцій [Електронний ресурс]: уклад.: Т. О. Терещенко, Ю.С. Ямненко, Ю.В.Хохлов. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 204 с..

5. Квашнін В. О. Програмування та застосування мікроконтролерів STM32F4Discovery: монографія / В. О. Квашнін, А. В. Бабаш, В. В. Квашнін. – Краматорськ: ЦТPI «Друкарський дім», 2017. – 143 с.

6. Microcontroller, Microprocessor and Microcomputer Interfacing for Real-Time Systems. Witold Kinsner- Winnipeg, MB: OCO Research, 2020.- 973р.

Допоміжна література

1. Програмування вбудованих систем : метод. вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів денної та заочної форми навчання за спеціальністю 123 “Комп’ютерна інженерія ” / уклад. Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Денисенко О.О., Коноплицька-Слободенюк О.К. — Кропивницький: ЦНТУ, 2018. — 90 с.

2. Matlab Simulink application to program microcontrollers STM32F4Discovery // Vladyslav Kvashnin, Babash Andrey, Valeriy Kvashnin, Yuliya Lazutkina., Galina Klimenko // Proceedings of the International Symposium on Embedded Systems and Trends in Teaching Engineering Nitra. – 2016. – P. 134–140...

3. Datasheet stm32f407/ офіційна документація / електронний ресурс: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/dm00037051.pdf>.

4. Arnold S. Berger. Embedded Systems Design: An Introduction to Processes, Tools, and Techniques. CMP Books © 2002. ISBN: 1-57820-073-3

5. ARM® IAR Embedded Workbench™ IDE. User Guide for Advanced RISC Machines Ltd's ARM Cores. 2005, IAR Systems.

6. ARM® IAR C/C++ Compiler. Reference Guide for Advanced RISC Machines Ltd's ARM Cores. 2005, IAR Systems.

7. IAR Linker and Library Tools. Reference Guide. Version 4.59. 2005, IAR Systems

8. Розподілені мікропроцесорні системи: практичні заняття [Електронний ресурс]: уклад.: Т. О. Терещенко – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 50 с.

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/ОК25-2022
	Екземпляр № 1	Арк 14 / 14

12. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. DM00031020 Reference manual [Електронний ресурс]. – URL: [http://www.st.com/st-web ui static/active en/resource/technical/document/reference_manual / DM00031020.pdf](http://www.st.com/st-web/ui/static/active/en/resource/technical/document/reference_manual/DM00031020.pdf).
2. DM00039084 User manual [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.st.com/st-web>.
3. Cortex™ -M4 Devices Generic User Guide [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://infocenter.arm.com/help/topic/com.arm.doc.dui0553a/DUI0553A_cortex_m4_dgug.pdf.
4. STM32F4 MCU series [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [www.st.com/web/en/resource/technical/document/reference_manual. pdf](http://www.st.com/web/en/resource/technical/document/reference_manual.pdf).