

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки
(повна назва підрозділу)

Кафедра автоматики
(повна назва кафедри)

T7117



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Мікропроцесорні засоби керування
MICROPROCESSOR-BASED CONTROLS

рівень вищої освіти

перший (бакалаврський)

перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни

обов'язкова

обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання

українська

українська/англійська

Робоча програма навчальної дисципліни

«Мікропроцесорні засоби керування»

(зазначається повна назва навчальної дисципліни)

є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

(шифр і назва)

спеціальності

G3 «Електрична інженерія»

(шифр і назва)

освітньо-професійна програма

«Електротехніка та електротехнології»

(зазначається повна назва освітньо-професійної програми)

" 11 " квітня 2025 року. - 14 с.

Розробник: Андрій КОЗЛОВ, доктор філософії / к.т.н., асистент кафедри автоматики

Розробник А. Козлов Андрій КОЗЛОВ, доктор філософії / к.т.н.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «МІКРОПРОЦЕСОРНІ ЗАСОБИ КЕРУВАННЯ» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ», Олександр ВАСИЛЬЄВ, к.т.н., доцент, доцент кафедри автоматики

Гарант Васильєв Олександр ВАСИЛЬЄВ, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «МІКРОПРОЦЕСОРНІ ЗАСОБИ КЕРУВАННЯ» розглянуто на засіданні кафедри автоматики

Протокол № 14 від « 17 » квітня 2025 р.

Завідувач кафедри Білюк Іван БІЛЮК, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «МІКРОПРОЦЕСОРНІ ЗАСОБИ КЕРУВАННЯ» розглянуто Методичною Радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Протокол № 05 від « 15 » травня 2025 р.

Заступник голови С. Новогрецький Сергій НОВОГРЕЦЬКИЙ, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «МІКРОПРОЦЕСОРНІ ЗАСОБИ КЕРУВАННЯ» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу А. Лабарткава Андрій ЛАБАРТКАВА, к.т.н., доцент

Робоча програма навчальної дисципліни «МІКРОПРОЦЕСОРНІ ЗАСОБИ КЕРУВАННЯ» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 05 від « 21 » травня 2025 р.

Голова НМР-НУК С. Слободян Сергій СЛОБОДЯН

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. Опис навчальної дисципліни.....	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання.....	6
5. Програма навчальної дисципліни	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	10
7. Форми поточного та підсумкового контролю	10
8. Критерії оцінювання результатів навчання	11
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	13
10. Рекомендовані джерела інформації	14

ВСТУП

Анотація

Дисципліна «Мікропроцесорні засоби керування» спрямована на формування у здобувачів вищої освіти знань про принципи побудови, програмування та застосування мікропроцесорних систем у сучасних системах автоматизації та керування технічними об'єктами. У межах курсу розглядаються основні поняття та архітектура мікропроцесорних і мікроконтролерних систем, особливості їх апаратної структури, принципи взаємодії з периферійними пристроями та методи використання мікроконтролерів для реалізації алгоритмів керування.

Під час вивчення дисципліни студенти ознайомлюються з будовою та функціональними можливостями сучасних мікроконтролерних платформ, зокрема Arduino, принципами роботи цифрових і аналогових входів та виходів, аналого-цифрових перетворювачів, інтерфейсів обміну даними та засобів керування виконавчими пристроями. Значна увага приділяється питанням програмування мікроконтролерів, розробленню алгоритмів керування, використанню датчиків і виконавчих механізмів, а також методам налагодження і тестування мікропроцесорних систем.

У результаті опанування дисципліни студенти набувають практичних навичок розроблення програм для мікроконтролерів, підключення та використання периферійних пристроїв, реалізації алгоритмів керування технічними об'єктами та аналізу роботи мікропроцесорних систем у реальних умовах.

Дисципліна сприяє формуванню професійних компетентностей майбутніх фахівців у галузі автоматизації, електротехніки, електромеханіки та комп'ютеризованих систем керування, а також забезпечує розуміння ролі мікропроцесорних технологій у розвитку сучасних автоматизованих систем та інтелектуальних технічних пристроїв.

Ключові слова: мікропроцесорні системи, мікроконтролер, датчики, виконавчі механізми, системи автоматичного керування, вбудовані системи.

Abstract

The discipline “Microprocessor Control Systems” is aimed at forming in higher education students knowledge about the principles of design, programming, and application of microprocessor systems in modern automation systems and control of technical objects. Within the course, the basic concepts and architecture of microprocessor and microcontroller systems, the features of their hardware structure, the principles of interaction with peripheral devices, and methods of using microcontrollers for implementing control algorithms are considered.

During the study of the discipline, students become familiar with the structure and functional capabilities of modern microcontroller platforms, in particular Arduino, the principles of operation of digital and analog inputs and outputs, analog-to-digital converters, data communication interfaces, and means of controlling actuators. Considerable attention is paid to issues of microcontroller programming, the development of control algorithms, the use of sensors and actuators, as well as methods of debugging and testing microprocessor systems.

As a result of mastering the discipline, students acquire practical skills in developing programs for microcontrollers, connecting and using peripheral devices, implementing control algorithms for technical objects, and analyzing the operation of microprocessor systems under real conditions.

The discipline contributes to the formation of professional competencies of future specialists in the fields of automation, electrical engineering, electromechanics, and computerized control systems, and also provides an understanding of the role of microprocessor technologies in the development of modern automated systems and intelligent technical devices.

Keywords: microprocessor systems, microcontroller, sensors, actuators, automatic control systems, embedded systems.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітньо-професійна програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма здобуття освіти	заочна форма здобуття освіти
Кількість кредитів – 3	Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»	Обов'язкова	
Модулів – 2		Рік підготовки	
Змістових модулів – 2		2-ий	2-ий
Електронний адрес РПНД на сайті Університету https://nuos.edu.ua/studentu/polozhennya-nuk/opis-opp/opp-elektrotehnika-ta-elektrotehnologii-bakalavr/	Спеціальність G3 «Електрична інженерія» Освітньо-професійна програма «Електротехніка та електротехнології»	Семестри	
Індивідуальне науково-дослідне завдання (не передбачено)		4-ий	4-ий
Загальна кількість годин – 90		Лекції	
		15 год.	4 год.
		Практичні	
		–	–
		Лабораторні	
		15 год.	4 год.
Тижневих годин для денної форми здобуття освіти:	Освітній рівень перший (бакалаврський)	Самостійна робота	
аудиторних – 2;		60 год.	82 год.
самостійної роботи студента – 4		Індивідуальне завдання	
		–	–
		Вид контролю	
		Іспит	Іспит; контрольна робота
		Форма контролю	
		усна / письмова	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «МІКРОПРОЦЕСОРНІ ЗАСОБИ КЕРУВАННЯ» є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

- **ЗК 1.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- **ЗК 5.** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- **ФК 4.** Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.
- **ФК 14.** Здатність виконувати загальні інженерні розрахунки із застосуванням новітніх інтелектуальних технологій та сучасного програмного забезпечення.
- **ФК 16.** Здатність розуміти особливості функціонування та застосування елементів мікропроцесорної техніки для вирішення практичних задач у галузі електричних мереж та електроенергетичних систем.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є: «Основи метрології та електричних вимірів», «Вища математика ІІІ», «Електроніка та мікросхемотехніка».

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

- **ПРН 2.** Знати і розуміти теоретичні основи метрології та технічних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.
- **ПРН 6.** Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
- **ПРН 17.** Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.
- **ПРН 18.** Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.
- **ПРН 22.** Знати особливості застосування сучасного програмного забезпечення з метою розв'язання загальних інженерних задач.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Основи мікропроцесорних систем керування.

Змістовий модуль 1. Основи мікропроцесорних систем.

Тема 1. Вступ до мікропроцесорних систем керування. Основні поняття, призначення та сфери застосування мікропроцесорних систем у сучасних системах автоматизації [1, с. 5–15].

Тема 2. Архітектура мікропроцесорів та мікроконтролерів. Основні структурні елементи мікропроцесора та принципи їх взаємодії [1, с. 25–40].

Тема 3. Пам'ять і шинна організація мікропроцесорних систем. Типи пам'яті, принципи адресації та організація системних шин [1, с. 45–60].

Тема 4. Системи введення та виведення даних. Організація обміну даними між мікропроцесором та периферійними пристроями [1, с. 65–80].

Модуль 2. Мікроконтролери у системах керування.

Змістовий модуль 2. Програмування та застосування мікроконтролерів.

Тема 5. Програмування мікропроцесорних систем. Основні принципи програмування, структура програм та алгоритми керування [2, с. 30–50].

Тема 6. Переривання та керування подіями у мікропроцесорних системах [4, с. 90–110].

Тема 7. Мікроконтролери Arduino в системах керування. Архітектура, основні можливості та сфери застосування [3, с. 10–35].

Тема 8. Практичні застосування мікропроцесорних засобів керування у системах автоматизації [5, с. 60–85].

Тематичний план початкової дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма здобуття освіти					заочна форма здобуття освіти				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек.	пр.	лаб.	с.р.		лек.	пр.	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1. Основи мікропроцесорних систем керування										
Змістовий модуль 1. Основи мікропроцесорних систем										
Тема 1. Вступ до мікропроцесорних систем керування. Основні поняття та сфери застосування	12	2	–	2	8	14	2	–	2	10
Тема 2. Архітектура мікропроцесорів та мікроконтролерів	11	2	–	2	7	10		–		10
Тема 3. Пам'ять і шинна організація мікропроцесорних систем	11	2	–	2	7	10		–		10
Тема 4. Системи введення та виведення даних мікропроцесорних систем	11	2	–	2	7	11		–	1	10
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	45	8	0	8	29	45	2	0	3	40
Модуль 2. Мікроконтролери у системах керування										
Змістовий модуль 2. Програмування та застосування мікроконтролерів										
Тема 5. Програмування мікропроцесорних систем. Основні принципи та алгоритми керування	11	2	–	2	7	13	2	–	1	12
Тема 6. Переривання та керування подіями у мікропроцесорних системах	11	2	–	2	7	10		–		10
Тема 7. Мікроконтролери Arduino в системах керування	11	2	–	2	7	10		–		10
Тема 8. Практичні застосування мікропроцесорних засобів керування	12	1	–	1	10	10		–		10
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	45	7	–	7	31	45	2	–	1	42
<i>Усього годин</i>	90	15	0	15	60	90	4	0	4	82
<i>Разом за курсом</i>	90	15	0	15	60	90	4	0	4	82

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
1	Дослідження структури мікроконтролерної системи керування [1, с. 10–20]	2	2
2	Конфігурація середовища розробки [6, с. 15–25]	2	-
3	Організація систем введення та виведення в МПС [1, с. 65–75]	2	-
4	Налаштування напрямку портів та керування логічними рівнями сигналів [6, с. 30–40]	2	1
5	Обробка інформації від первинних перетворювачів та підключення аналогових датчиків [3, с.40-55]	2	1
6	Керування виконавчими механізмами засобами МК [3, с. 60–75]	2	-
7	ШІМ-керування виконавчими пристроями [5, с. 80–95]	2	-
8	Захист лабораторних робіт	1	1
	Разом	15	4

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – **0,5 год/1 год. занять (1 година на 1 лекцію);**
- підготовка до лабораторних робіт – **2-3 год/1 робота;**
- написання рефератів, домашньої контрольної роботи, (обсяг однієї роботи 10-20 аркушів А4) – **мінімум 15 годин на 1 роботу;**
- підготовка до контрольних заходів – **(15-30) год. на 1 захід.**

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
1	Підготовка до лекцій	8	20
2	Підготовка до лабораторних робіт	16	14
3	Реферат	15	30
4	Підготовка до іспиту	21	18
	Разом	60	82

Тематика рефератів:

1. Архітектура та принципи роботи сучасних мікроконтролерів.
2. Платформа Arduino та її застосування у системах автоматичного керування.
3. Організація введення та виведення даних у мікропроцесорних системах.
4. Використання аналого-цифрових перетворювачів у мікроконтролерних системах керування.
5. Застосування широтно-імпульсної модуляції у системах керування виконавчими механізмами.

Індивідуальне науково-дослідне завдання

Не заплановано.

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання:

- робота з літературою;
- пояснення;
- лекція
- бесіда
- ілюстрування;
- лабораторна робота
- інструктаж
- контрольні роботи;
- лабораторний контроль;

Засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування

- усні відповіді;
- контрольні роботи;
- іспити;
- реферати;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах;

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати від 60 балів до 100 балів (у разі відсутності заключного іспиту). Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (активність, участь в дискусіях; виконання завдань та інше).

Питома вага заключного іспиту в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний іспит дається студенту, який з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного іспиту набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту.

Поточний контроль проводиться на кожному семінарському, лабораторному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи на семінарських заняттях та набутих практичних навичок під час виконання завдань лабораторних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Лабораторна робота	Критерії оцінювання
10	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
8-9	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
5-7	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
3-4	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
1-2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 40 балів (4 роботи по 10 балів).</i>

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
Виконання лабораторних робіт	4x10 балів = 40 балів	2x15 балів = 30 балів
Поточний модульний контроль	2x10 балів = 20 балів	2x15 балів = 30 балів
Всього	60	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денна форма здобуття освіти		Заочна форма здобуття освіти	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	T1	Лабораторна робота № 1	10	Лабораторна робота № 1	10
	T2	Лабораторна робота № 2	10		
ПМК		Тестування за темами ЗМ1	10	Тестування за темами ЗМ1	20
ЗМ2	T3	Лабораторна робота № 3	10	Лабораторна робота № 2	10
	T4	Лабораторна робота № 4	10		
ПМК		Тестування за темами ЗМ2	10	Тестування за темами ЗМ2	20
Підсумковий контроль		Іспит	40	Іспит	40
Сума			100		100

Критерії оцінювання іспиту

Відповідь на письмове питання	Критерії оцінювання на іспиті
15	Відповідь надана повна, ґрунтовна, чітка, при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання.
9	Відповідь надана повна, ґрунтовна, чітка, при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, з наведенням прикладу такого використання виникли труднощі.
8	Відповідь надана повна, ґрунтовна, але спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, хоча при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання.
7	Відповідь надана повна, ґрунтовна, але спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, хоча при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, з наведенням прикладу такого використання виникли труднощі.
6	Відповідь надана не повна, але висвітлено більше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені основні математичні залежності та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання.
5	Відповідь надана не повна, але висвітлено більше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені основні математичні залежності та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, з наведенням прикладу такого використання виникли труднощі.
4	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені деякі математичні залежності та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання.
3	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені деякі

Відповідь на письмове питання	Критерії оцінювання на іспиті
	математичні залежності та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, з наведенням прикладу такого використання виникли труднощі.
2	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені деякі математичні залежності та схемні рішення, відсутні пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці.
1	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, не в змозі представити математичні залежності та схемні рішення, а також пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці.
0	Відповідь не надана взагалі або абсолютно не відповідає питанню.
	<i>Максимальна оцінка студента за відповідь на усне питання 15 балів (1 питання по 15 балів).</i>

Критерії оцінювання контрольної роботи студентів заочної форми здобуття освіти

Кількість балів	Критерії оцінювання
36-40	Контрольна робота виконана повністю, всі завдання розв'язані правильно, наведені необхідні розрахунки, пояснення та висновки. Робота оформлена відповідно до встановлених вимог.
31-35	Контрольна робота виконана повністю, але містить незначні помилки у розрахунках або поясненнях. Висновки загалом правильні.
21-30	Контрольна робота виконана частково, деякі завдання містять помилки або відсутні обґрунтування отриманих результатів.
11-20	Значна частина завдань виконана неправильно або неповністю, відсутні пояснення та висновки.
1-10	Робота виконана частково, більшість завдань виконані неправильно або відсутні необхідні розрахунки.
0	Контрольна робота не подана або не відповідає темі завдання.

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

1. Опорний конспект лекцій з дисципліни «Мікропроцесорні засоби керування» в електронному вигляді.
2. Методичні вказівки та завдання до виконання лабораторних робіт з дисципліни в електронному вигляді.
3. Персональні комп'ютери або ноутбуки з встановленим програмним забезпеченням для програмування мікроконтролерів.
4. Програмне середовище розробки Arduino IDE для створення та налагодження програм мікроконтролерів.
5. Набори електронних компонентів для виконання лабораторних робіт: датчики, світлодіоди, кнопки, резистори, транзистори та інші периферійні пристрої.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Новацький, А. О. Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи: підручник. – Київ: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського».
2. Денисюк, В. О., Цирульник, С. М. Мікропроцесорні системи управління: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ.
3. Obinju, C. Arduino Starter Book: Beginner's Guide into Arduino Sensors and Modules. Independently published, 2023.
4. Donzellini, G., Garavagno, A. M., Oneto, L. Introduction to Microprocessor-Based Systems Design. Springer, 2022.
5. Kaul, L. Practical Arduino Robotics: A Hands-on Guide to Bringing Your Robotics Ideas to Life. Apress, 2017.
6. Margolis, M. Arduino Cookbook. 3rd ed. O'Reilly Media, 2020.
7. Monk, S. Programming Arduino: Getting Started with Sketches. 2nd ed. McGraw-Hill Education, 2016.

Допоміжна література

1. Бойко, В. І., Гуржій, А. М., Жуйков, В. Я. та ін. Схемотехніка електронних систем. Книга 3: Мікропроцесори та мікроконтролери. – Київ: Вища школа.
2. Yiu, J. The Definitive Guide to ARM Cortex-M3 and Cortex-M4 Processors. 3rd ed. Newnes, 2014.
3. White, E. Making Embedded Systems: Design Patterns for Great Software. O'Reilly Media, 2011.
4. Barr, M., Massa, A. Programming Embedded Systems: With C and GNU Development Tools. 2nd ed. O'Reilly Media, 2006.
5. Valvano, J. W. Embedded Systems: Introduction to ARM Cortex-M Microcontrollers. 5th ed. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Arduino. Офіційний сайт платформи Arduino. <https://www.arduino.cc>
2. Microchip Technology Inc. Офіційний сайт виробника мікроконтролерів та мікропроцесорних систем. <https://www.microchip.com>
3. ARM Developer. Ресурси для розробників мікропроцесорних та вбудованих систем на базі архітектури ARM. <https://developer.arm.com>
4. IEEE Xplore Digital Library. Наукова електронна бібліотека з публікаціями у галузі електроніки, автоматизації та вбудованих систем. <https://ieeexplore.ieee.org>