



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування  
Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики  
та обчислювальної техніки  
Кафедра автоматизації, електротехнічних та  
комп'ютерно-інтегрованих технологій

**„Затверджую”**

Проректор з науково-  
педагогічної, методичної  
та виховної роботи

\_\_\_\_\_ О. А. Лагоднюк

”\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2018 р.

**04-03-61**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Program of the Discipline

**Програмування мікроконтролерів**

Microcontroller programming

спеціальність

151 Автоматизація та  
комп'ютерно-інтегровані  
технології

specialty

151 Automation and Computer-  
Integrated Technologies

Рівне 2018



Робоча програма навчальної дисципліни "Програмування мікроконтролерів" для студентів спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. Рівне: НУВГП, 2018. – 13 с.

Розробник: Реут Д.Т., старший викладач кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Протокол № \_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2018 року.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Древецький В.В.  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2018 року

Схвалено методичною комісією за спеціальністю 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології".

Протокол № \_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2018 року.

Голова методичної комісії \_\_\_\_\_ Древецький В.В.  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2018 року



## ВСТУП

Програма вибіркової навчальної дисципліни «Програмування мікроконтролерів» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Предметом вивчення навчальної дисципліни є будова, функціональні можливості мікроконтролерів, принципи проектування програм для пристроїв та систем на базі мікроконтролерів, апаратні й програмні засоби розробки та відлагодження програм для мікроконтролерів.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Програмування мікроконтролерів» є дисципліною вільного вибору циклу професійної підготовки студентів за спеціальністю «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Вивчення курсу передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із курсів «Електроніка та мікропроцесорна техніка» та «Інформатика та комп'ютерна техніка».

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

### Анотація

Мікроконтролери нині є наймасовішими мікропроцесорними пристроями, щорічний випуск яких у декілька разів перевищує випуск універсальних мікропроцесорів. Поєднання низької вартості та гнучкості призвело до поширення мікроконтролерів практично у всі сфери техніки, від медичних термометрів до автопілотів коптерів. Розробка пристроїв на базі мікроконтролерів вимагає знання електроніки для проектування апаратної частини та вміння запрограмувати мікроконтролер на одній з мов, найчастіше С або С++.

Навчальна дисципліна «Програмування мікроконтролерів» передбачає вивчення принципів і методів розробки програмного забезпечення для мікроконтролерів, ознайомлення із програмними та апаратними засобами розробки, відлагодження і програмування сучасних мікроконтролерів, які використовуються у засобах вимірювальної техніки, мікропроцесорних засобах автоматизації, побутових пристроях та промислового обладнанні.

**Ключові слова:** мікроконтролер, вбудовувані системи, мова програмування С, розробка мікропроцесорних пристроїв, AVR, ARM Cortex-M, система реального часу.

### Анотация

Микроконтроллеры сейчас являются самыми массовыми микропроцессорными устройствами, ежегодный выпуск которых в несколько раз превышает выпуск универсальных процессоров.



Сочетание низкой стоимости и гибкости привело к распространению микроконтроллеров практически во все сферы техники, от медицинских термометров до автопилотов коптеров. Разработка устройств на базе микроконтроллеров требует знания электроники для проектирования аппаратной части и умение запрограммировать микроконтроллер на одном из языков, чаще всего C или C ++.

Учебная дисциплина «Программирование микроконтроллеров» предусматривает изучение принципов и методов разработки программного обеспечения для микроконтроллеров, ознакомление с программными и аппаратными средствами разработки, отладки и программирования современных микроконтроллеров, используемых в средствах измерительной техники, микропроцессорных средствах автоматизации, бытовых устройствах и промышленном оборудовании.

**Ключевые слова:** микроконтроллер, встраиваемые системы, язык программирования C, разработка микропроцессорных устройств, AVR, ARM Cortex-M, система реального времени..

#### **Abstract**

Microcontrollers are now the most mass microprocessor devices, the annual output of which is several times higher than the release of universal processors. The combination of low cost and flexibility led to the proliferation of microcontrollers in virtually all areas of technology, from medical thermometers to autopilot system for multicopters. The development of devices based on microcontrollers requires knowledge of electronics for hardware design and the ability to program a microcontroller in one of the languages, most often C or C ++.

The discipline "Programming of microcontrollers" provides for the study of principles and methods for developing software for microcontrollers, knowledge with software and hardware for the development, debugging and programming of modern microcontrollers used in measuring equipment, microprocessor automation, household devices and industrial equipment.

**Keywords:** microcontroller, embedded systems, programming language C, development of microprocessor devices, AVR, ARM Cortex-M, real-time system.



## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	За вибором	
Модулів – 2	Рівень вищої освіти: бакалавр	<i>Рік підготовки:</i>	
Змістових модулів – 4		4	4
		<i>Семестр</i>	
		7	7
Загальна кількість годин:		<i>Лекції</i>	
		18 год.	2 год.
денна форма		<i>Лабораторні</i>	
заочна форма		12 год.	6 год.
120		<i>Практичні</i>	
		12 год.	4 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студентів – 5,5	<i>Самостійна робота</i>		
	78 год.	108 год.	
	<i>Вид контролю: залік</i>		

### Примітка.

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

- для денної форми навчання – 35% до 65%;
- для заочної форми навчання – 10% до 90%.



## 2. Мета і завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни є вивчення принципів і методів розробки програмного забезпечення для мікроконтролерів, ознайомлення із програмними та апаратними засобами розробки, відлагодження і програмування сучасних мікроконтролерів, що широко використовуються у вимірювальній і обчислювальній техніці, в мікропроцесорних та програмних засобах автоматизації.

Завдання диципліни:

- ознайомлення з галузями використання, класифікацією та можливостями сучасних мікроконтролерів, апаратними та програмними засобами для програмування мікроконтролерів;
- формування уявлень про принципи та типові алгоритми роботи пристроїв на базі мікроконтролерів;
- вивчення типових схем підключення та прийомів програмування мікроконтролерів для роботи з індикаторами, кнопками, аналоговими та дискретними давачами, електроприводами, іншими мікросхемами, для обміну даними з іншими пристроями;
- формування навичок проектування електричних схем з мікроконтролерами та розробки програм для них.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен бути здатним використовувати знання про мікроконтролери для вирішення задач зі збору даних з датчиків, керування виконавчими механізмами або взаємодії з користувачем шляхом розробки прототипу пристрою на базі мікроконтролера та його програмування.

В результаті вивчення даної дисципліни студент повинен

- **знати:** принципи розробки програмного забезпечення для мікроконтролерів, сучасну базу мікроконтролерів та засобів для роботи з ними;
- **вміти:** самостійно обирати засоби мікропроцесорної техніки для реалізації конкретних пристроїв, вибирати програмні та апаратні засоби для роботи з ними, будувати електричні схеми з використанням сучасних засобів мікросхемотехніки, проектувати, розробляти та відлагоджувати програми для мікроконтролерів.

## 3. Програма навчальної дисципліни

### МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Проектування й розробка програмного забезпечення пристроїв з мікроконтролерами

Тема 1. Місце мікроконтролерів серед засобів мікропроцесорної техніки. Будова мікроконтролерів на прикладі ATmega328P та STM32F072C8.



Тема 2. Проектування та розробка програмного забезпечення для мікроконтролерів. Типові структури програм для мікроконтролерів.

Тема 3. Апаратні та програмні засоби розробки для мікроконтролерів. Особливості розробки пристроїв на базі мікроконтролерів.

Змістовий модуль 2. Введення-виведення дискретних та аналогових сигналів

Тема 4. Введення/виведення дискретних сигналів. Цифрові входи-виходи. Таймери. Опитування кнопок, клавіатур. Керування світлодіодними індикаторами.

Тема 5. Зчитування та формування аналогових сигналів мікроконтролером. АЦП і ЦАП. Цифрова фільтрація аналогових сигналів.

### МОДУЛЬ 2

Змістовий модуль 3. Можливості та застосування сучасних мікроконтролерів

Тема 6. Комунікаційні інтерфейси у пристроях з мікроконтролерами. Шини I2C, SPI. Інтерфейс USB. Модуль USART.

Тема 7. Алгоритми й схеми керування електродвигунами.

Тема 8. Реалізація регуляторів на мікроконтролері.

Тема 9. Операційні системи реального часу для мікроконтролерів. FreeRTOS.

### 4. Структура навчальної дисципліни

Тема	Форма навчання									
	денна					заочна				
	л	лаб.	п.	с. р.	всього	л	лаб.	п.	с. р.	всього
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
<b>МОДУЛЬ 1</b>										
<b>Змістовий модуль 1. Проектування й розробка програмного забезпечення пристроїв з мікроконтролерами</b>										
Тема 1. Місце мікроконтролерів серед засобів мікропроцесорної техніки. Будова мікроконтролерів на прикладі ATmega328P та STM32F072C8	2			8	10	0,5			10	10,5



<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 2. Проектування та розробка програмного забезпечення для мікроконтролерів. Типові структури програм для мікроконтролерів.	2		2	8	12	0,5			12	12,5
Тема 3. Апаратні та програмні засоби розробки для мікроконтролерів. Особливості розробки пристроїв на базі мікроконтролерів.	2			8	10				10	10
<b>Змістовий модуль 2. Введення-виведення дискретних та аналогових сигналів</b>										
Тема 4. Введення/виведення дискретних сигналів. Цифрові входи-виходи. Таймери. Опитування кнопок, клавіатур. Керування світлодіодними індикаторами	2	4	2	10	18	0,5	4	2	12	18,5
Тема 5. Зчитування та формування аналогових сигналів мікроконтролером. АЦП і ЦАП. Цифрова фільтрація аналогових сигналів	2	2	2	8	14	0,5		2	10	12,5
Разом за модулем 1	10	6	6	42	64	2	4	4	54	64
<b>МОДУЛЬ 2</b>										
<b>Змістовий модуль 3. Можливості та застосування сучасних мікроконтролерів</b>										
Тема 6. Комунікаційні інтерфейси у пристроях з мікроконтролерами.	2	2	4	10	18				16	16





Шини I2C, SPI. Інтерфейс USB. Модуль USART										
Тема 7. Алгоритми й схеми керування електродвигунами	2			8	10			12	12	
Тема 8. Реалізація регуляторів на мікроконтролері	2	2		8	12		2	14	16	
Тема 9. Операційні системи реального часу для мікроконтролерів. FreeRTOS	2	2	2	10	16			12	12	
Разом за модулем 2	8	6	6	36	56		2	54	56	
<b>Всього, год.</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>78</b>	<b>120</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>120</b>

### 5. Темі практичних занять

№ заня- ття	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	Будова мікроконтролерів. Обробка апаратних переривань. Структури програм для мікроконтролерів	2	
2	Використання вбудованих таймерів/лічильників мікроконтролера	2	2
3	Обробка аналогових сигналів мікроконтролером	2	2
4	Обмін даними за допомогою модуля USART	2	
5	Підключення до мікроконтролера за допомогою USB	2	
6	Використання режимів зниженого енергоспоживання та сторожового таймера	2	
	Разом	12	4



## 6. Темы лабораторних занять

№ зняття	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	2	3	4
1	Режими роботи портів вводу-виводу. Використання кнопок та дискретних світлодіодів з мікроконтролерами	2	2
2	Виведення даних на світлодіодні динамічні індикатори	2	2
3	Використання вбудованого АЦП/ЦАП	2	
4	Реалізація регулятора на мікроконтролері	2	2
5	Використання модуля USART	2	
6	Реалізація багатозадачності на мікроконтролері за допомогою FreeRTOS	2	
	Разом	12	6

*Примітка: перед початком лабораторних робіт проводиться інструктаж з охорони праці.*

## 7. Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

Підготовка до аудиторних занять – 21 год.

Підготовка до контрольних заходів – 24 год.

Опрацювання окремих тем програми або їх частин, які не викладаються на лекціях – 33 год.

### 7.1. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	2	3	4
1	Сучасні архітектури мікроконтролерів	8	12
2	Проектування програмного забезпечення для мікроконтролерів	8	12
3	Типові структури програм для мікроконтролерів	8	10



1	2	3	4
4	Етапи розробки та виробництва пристроїв на базі мікроконтролерів	8	8
5	Використання сенсорних кнопок й екранів, рідкокристалічних та OLED-дисплеїв з мікроконтролерами	12	20
6	Використання таймерів/лічильників для зчитування сигналів від давачів	8	10
7	Підключення до мікроконтролерів по шинам SPI й I2C акселерометрів, модулів GPS, RFID, годинників реального часу	10	14
8	Використання сторожового таймера та режимів зменшеного енергоспоживання	8	10
9	Керування електродвигунами за допомогою мікроконтролера	8	12
	Разом	78	108

## 8. Методи навчання

Лекції читаються з використанням мультимедійного проєктора для викладення основних теоретичних положень дисципліни, демонстрації технічних характеристик мехатронних пристроїв і систем, їх типового використання, а також для демонстрації принципів розробки програмного забезпечення і моделювання роботизованих комплексів, проводиться дискусійне обговорення проблемних питань.

Лабораторні роботи виконуються на лабораторних стендах з використанням персональних комп'ютерів та відповідних апаратних і програмних засобів (мікроконтролерних плат, робота-маніпулятора, наборів датчиків та виконавчих механізмів, середовища розробки Arduino IDE). Електричні вимірювання здійснюються за допомогою цифрових мультиметрів.

На практичних заняттях вирішуються типові задачі програмування мікроконтролерів, що виникають при розробці технічних засобів автоматизації та інших приладів, та застосовується кейс-метод при вирішенні завдань модуля 2.

## 9. Методи контролю

Для визначення рівня засвоєння студентами навчального матеріалу використовуються такі методи оцінювання знань:



- контроль якості виконання лабораторних робіт і захисту звітів з лабораторних робіт;
- контроль рівня підготовки до практичних занять та роботи на занятті;
- усне опитування;
- тестування під час модульного контролю.

### 10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота									Сума
Модуль 1					Модуль 2				
Разом: 53					Разом: 47				
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2		Змістовий модуль 3				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	
5	10	5	18	15	18	5	10	14	100

T1, T2, ... T15 – теми змістового модуля.

### Шкала оцінювання

Кількість балів	Оцінка за національною шкалою
60-100	зараховано
35-59	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	не зараховано з обов'язковим повтором вивченням дисципліни

### 11. Методичне забезпечення

- 1) Конспект лекцій на електронному та паперовому носіях.
- 2) Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Програмування мікроконтролерів” для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання (шифр 04-03-212).



## 12. Рекомендована література

### Базова

1. Бочаров С.Ю. Мікропроцесорна техніка. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2006. – 163с.
2. Ю.І. Якименко, Т.О. Терещенко, Є.І. Сокол, В.Я. Жуйков, Ю.С. Петергеря. Мікропроцесорна техніка. 2-ге вид., переробл. та доповн. – К.: Політехніка, Кондор, 2004. – 440 с.
3. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Mega. Руководство пользователя. – М.: Издательский дом “Додэка-XXI”, 2007. – 592 с.: ил. (Серия “Программируемые системы”).
4. Sommer U. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 256 с.
5. Предко М. Руководство по микроконтроллерам: В 2-х т./Пер. с англ. Т.2. – Москва: Постмаркет, 2001. – 488с.

### Допоміжна

1. ATmega48A/PA/88A/PA/168A/PA/328/P DATASHEET – Atmel Corporation. – 657 с.
2. Локазюк В.М. Мікропроцесори та мікроЕОМ у виробничих системах: Посібник. Серія "Альма-матер". – Київ: Академія, 2002. – 367с.
3. Буняк А. Електроніка та мікросхемотехніка. Тернопіль, 2001 – 382 с.
4. Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы. – М.: Издательский дом “Додэка-XXI”, 2006.
5. Таненбаум Э. Архитектура компьютера. 5-е изд. /Пер. с англ. – СПб.: Питер, 2007. – 844 с.

## 13. Інформаційні ресурси

1. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka> (<http://nuwm.edu.ua/MySQL/>).
2. Обласна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://lib.rv.ua/>.
3. Бібліотека AVR-libC / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nongnu.org/avr-libc/>.
4. Офіційний сайт проекту Arduino / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.arduino.cc/>.
5. Офіційний сайт операційної системи реального часу FreeRTOS / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.freertos.org/>.