

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики та водного господарства

04-03-191S

СИЛАБУС	Мікропроцесорні системи та програмування мікропроцесорних засобів	
SYLLABUS	Microprocessor systems and programming of microprocessor devices	
Шифр за ОП Code in Degree Programme	OK25	
Освітній рівень Level of Education	бакалаврський (перший) bachelor's (first)	
Галузь знань Field of Knowledge	16	Хімічна та біоінженерія Chemical and Bioengineering
Спеціальність Field of Study	162	Біотехнології та біоінженерія Biotechnology and Bioengineering
Освітня програма Degree Programme	Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика Biotechnology, Biorobotics and Bioenergy	

РІВНЕ – 2023

Силабус освітнього компонента «Мікропроцесорні системи та програмування мікропроцесорних засобів» для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика», спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія». Рівне. НУВГП. 2023. 15 стор.

ОП на сайті університету:

http://ep3.nuwm.edu.ua/20970/1/162_2021.pdf

Розробник силабусу: Реут Дмитро Тагірович, к. техн. н., доцент кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Силабус схвалений на засіданні кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій
Протокол № 10 від 28 грудня 2023 року

Завідувач кафедри: Древецький Володимир Володимирович, д. техн. н., професор.

Керівник (гарант) ОП: Грицина Олександр Олексійович, к. техн. н., доцент, доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки.

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІБА
Протокол № 4 від 31 січня 2024 року

Голова науково-методичної ради з якості ННІБА: Макаренко Руслан Миколайович, к. техн. н., професор.

ПРОГРАМА освітнього компонента «Мікропроцесорні системи та програмування мікропроцесорних засобів»

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

Ступінь вищої освіти	<i>бакалавр</i>
Освітня програма	<i>Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика</i>
Спеціальність	<i>162 Біотехнології та біоінженерія</i>
Рік навчання, семестр	<i>3, 5</i>
Кількість кредитів	<i>6</i>
Лекції:	<i>34 годин</i>
Лабораторні заняття:	<i>26 годин</i>
Практичні заняття:	<i>12 годин</i>
Самостійна робота:	<i>108 годин</i>
Курсова робота:	<i>ні</i>
Форма навчання	<i>денна</i>
Форма підсумкового контролю	<i>екзамен</i>
Мова викладання	<i>українська</i>

ІНФОРМАЦІЯ ПРО РОЗРОБНИКА (ІВ)

Лектор



*Реут Дмитро Тагірович, к.т.н.,
доцент кафедри автоматизації та
комп'ютерно-інтегрованих технологій*

Вікіситет

http://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/%D0%A0%D0%B5%D1%83%D1%82_%D0%94%D0%BC%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%BE_%D0%A2%D0%B0%

[D0%B3%D1%96%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87](https://orcid.org/0000-0002-0985-8113)

ORCID

<https://orcid.org/0000-0002-0985-8113>

Як комунікувати

d.t.reut@nuwm.edu.ua

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ

Мета та завдання

Навчальна дисципліна «Мікропроцесорні системи та програмування мікропроцесорних засобів» дає можливість здобувачам освіти вивчити основні принципи побудови та функціонування мікропроцесорних систем, підходи до застосування мікропроцесорних засобів у різноманітних пристроях і системах обробки й передачі інформації, вимірювання та збору даних, керування, сигналізації, захисного відключення, навчитись програмувати пристрої на базі мікроконтролерів для виконання задач вимірювання, індикації, керування, сигналізації.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів системи знань про принципи організації та функціонування мікропроцесорних систем, навичок програмування мікроконтролерів як найпоширеніших мікропроцесорів.

Завданнями дисципліни є:

- 1) вивчення принципів побудови та функціонування мікропроцесорних систем;
- 2) ознайомлення з основними функціональними вузлами мікроконтролерів на прикладі ATmega328P та STM32F072C8;
- 3) набуття навичок вибору мікроконтролера для реалізації заданої функціональності мікропроцесорної системи;
- 4) оволодіння прийомами програмування мікроконтролерів з використанням компіляторів AVR GCC, ARM GCC для введення й виведення дискретних й аналогових сигналів, виконання задач вимірювання, індикації, дискретного керування та регулювання, передачі даних, виконуючи прямі операції з регістрами або використовуючи HAL-функції.

Посилання на розміщення освітнього компонента на навчальній платформі Moodle, на платформі освітніх програм та їхніх освітніх компонентів

<https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4209>

Передумови вивчення

(місце освітнього компоненту в структурно-логічній схемі)

Вивчення освітнього компоненту «Мікропроцесорні системи та програмування мікропроцесорних засобів» потребує наявності ґрунтовних знань з освітніх компонентів «Програмування» та «Фізика»

Компетентності

K23. Здатність використовувати сучасні автоматизовані системи управління виробництвом біотехнологічних продуктів різного призначення, їх технічне, алгоритмічне, інформаційне і програмне забезпечення для вирішення професійних завдань.

Програмні результати навчання

ПР24. Вміти застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно-орієнтованого програмування. Вміти застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

Структура та зміст освітнього компонента

Теми	ПРН	Форми організації навчання	Кількість годин (денна форма)
Модуль 1. Складові мехатронних систем			
1. Класифікація засобів мікропроцесорної техніки. Принципи побудови мікропроцесорних систем. Архітектура AVR-мікроконтролерів на прикладі ATmega328P.	ПР24	Лекц.	2
		Лаб.р.	
		Практ.р	
		СР	6
2. Апаратні та програмні засоби розробки для мікроконтролерів. Проектування програмного забезпечення для мікроконтролерів. Особливості розробки автоматизованих систем управління процесами виробництва біотехнологічних продуктів	ПР24	Лекц.	2
		Лаб.р.	
		Практ.р	2
		СР	6
3. Пам'ять в мікропроцесорних системах. Особливості розробки мікропроцесорних систем і пристроїв на базі мікроконтролерів. Живлення та тактування мікроконтролерів.	ПР24	Лекц.	2
		Лаб.р.	
		Практ.р	
		СР	6
4. Введення/виведення дискретних сигналів. Цифрові входи-виходи.	ПР24	Лекц.	2
		Лаб.р.	2
		Практ.р	
		СР	6
5. Таймери-лічильники. Опитування клавіатур. Динамічна світлодіодна індикація.	ПР24	Лекц.	2
		Лаб.р.	4
		Практ.р	
		СР	6
6. Зчитування та формування аналогових сигналів мікроконтролером. АЦП і ЦАП. Цифрова фільтрація аналогових сигналів.	ПР24	Лекц.	2
		Лаб.р.	2
		Практ.р	2
		СР	6
7. Комунаційні інтерфейси у пристроях з мікроконтролерами. Шини I2C, SPI. Інтерфейс USB. Модуль USART.	ПР24	Лекц.	2
		Лаб.р.	2
		Практ.р	2
		СР	6

8. Алгоритми й схеми керування електродвигунами в мікропроцесорній системі.	ПР24	Лекц.	2
		Лаб.р.	
		Практ.р	2
		СР	6
9. Реалізація регуляторів на мікроконтролері.	ПР24	Лекц.	2
		Лаб.р.	2
		Практ.р	
		СР	6
10. Сторожовий таймер. Керування енергоспоживанням мікроконтролера.	ПР24	Лекц.	2
		Лаб.р.	
		Практ.р	2
		СР	6
Разом модуль 1		Лекц.	20
		Лаб.р.	12
		Практ.р	10
		СР	60
Модуль 2. Операційна система FreeRTOS. Мікроконтролери серії STM32F0. Arduino. ESP8266.			
11. Операційні системи реального часу для мікроконтролерів. Атомарність операцій. FreeRTOS.	ПР24	Лекц.	2
		Лаб.р.	2
		Практ.р	
		СР	6
12. API-функції FreeRTOS. Семафори, м'ютекси, критичні секції, черги повідомлень.	ПР24	Лекц.	2
		Лаб.р.	4
		Практ.р	
		СР	6
13. Мікроконтролери STM32F0 на базі архітектури ARM Cortex-M0.	ПР24	Лекц.	2
		Лаб.р.	
		Практ.р	
		СР	8
14. Шар апаратних абстракцій (HAL). Бібліотека HAL для STM32.	ПР24	Лекц.	2
		Лаб.р.	4
		Практ.р	
		СР	8
15. Прямий доступ до пам'яті (DMA).	ПР24	Лекц.	2
		Лаб.р.	2
		Практ.р	2
		СР	6
16. Arduino як платформа швидкого прототипування мікропроцесорних пристроїв, апаратні та програмні засоби розробки.	ПР24	Лекц.	2
		Лаб.р.	
		Практ.р	
		СР	8
17. Мікроконтролери з підтримкою Wi-Fi на прикладі ESP8266	ПР24	Лекц.	2
		Лаб.р.	2
		Практ.р	

		СР	6
Разом модуль 2		Лекц.	14
		Лаб.р.	14
		Практ.р	2
		СР	48
Усього		Лекц.	34
		Лаб.р.	26
		Практ.р	12
		СР	108

Теми лабораторних робіт

№ з/п	Тема	Кількість годин (денна форма)
1	Лабораторна робота №1. Режими роботи портів вводу-виводу. Використання кнопок та дискретних світлодіодів з мікроконтролерами	2
2	Лабораторна робота №2. Виведення даних на світлодіодні динамічні індикатори	4
3	Лабораторна робота №3. Використання вбудованого АЦП	2
4	Лабораторна робота №4. Реалізація позиційного регулятора температури на мікроконтролері	2
5	Лабораторна робота №5. Використання модуля USART	2
6	Лабораторна робота №6. Реалізація багатозадачності на мікроконтролері за допомогою FreeRTOS	2
7	Лабораторна робота №7. Реалізація ПІД-регулятора на базі FreeRTOS	4
8	Лабораторна робота №8. Введення-виведення цифрових сигналів мікроконтролером STM32F072C8	2
9	Лабораторна робота №9. Портування програми регулювання для STM32F072C8	2
10	Лабораторна робота №10. Застосування прямого доступу до пам'яті для отримання	2

	результату аналогово-цифрового перетворення	
11	Лабораторна робота №11. Використання ESP8266 для керування сервоприводом з веб-сторінки	2
	Всього	26

Теми практичних робіт

№ з/п	Тема	Кількість годин (денна форма)
1	Практична робота №1. Структури програм для мікроконтролерів. Обробка апаратних переривань INT0/INT1	2
2	Практична робота №2. Керування двигуном постійного струму з використанням таймерів-лічильників	2
3	Практична робота №3. Цифрова фільтрація аналогових сигналів мікроконтролером	2
4	Практична робота №4. Використання режимів зниженого енергоспоживання та сторожового таймера	2
5	Практична робота №5. Використання таймера TIM1 для генерування трифазної системи напруг	2
6	Практична робота №6. Обмін даними за допомогою трансивера RS-485 та модуля USART	2
	Всього	12

Форми та методи навчання

Лекції, лабораторні роботи, практичні роботи, самостійна робота, індивідуальна робота. Презентація, дискусія, кейс-метод, метод ілюстрацій і демонстрацій, практичний (лабораторний) метод

Інструменти, обладнання, програмне забезпечення

Апаратне забезпечення: плати Arduino Uno, плати розширення для Arduino Uno (семисегментний світлодіодний індикатор, реле, драйвер двигуна, транзистор, бусер, операційний підсилювач), макетні плати, провідники, фоторезистори, термістори, постійні

резистори, підстроювальні резистори, світлодіоди, кнопки, колекторні двигуни постійного струму, плати з мікроконтролером STM32F072C8 (семисегментний світлодіодний індикатор, кнопки, трансивер RS-485, підстроювальний резистор, транзистор).

Програмне забезпечення: середовище розробки Arduino IDE з компілятором AVR GCC та завантажувачем AvrDuDe, Geany IDE, Make, FreeRTOS, STM32CubeIDE

Порядок оцінювання програмних результатів навчання/ результатів навчання

Вид заняття	Бали	Форма контролю
1. Поточна складова оцінювання		
Змістовий модуль 1		
1. Класифікація засобів мікропроцесорної техніки. Принципи побудови мікропроцесорних систем. Архітектура AVR-мікроконтролерів на прикладі ATmega328P.	1	Опитування на лекції
2. Апаратні та програмні засоби розробки для мікроконтролерів. Проектування та розробка програмного забезпечення для мікроконтролерів. Типові структури програм для мікроконтролерів.	1	
3. Пам'ять в мікропроцесорних системах. Особливості розробки мікропроцесорних систем і пристроїв на базі мікроконтролерів. Живлення та тактування мікроконтролерів.	1	
4. Введення/виведення дискретних сигналів. Цифрові входи-виходи.	1	
5. Таймери-лічильники. Опитування клавіатур. Динамічна світлодіодна індикація.	1	
6. Зчитування та формування аналогових сигналів мікроконтролером. АЦП і ЦАП. Цифрова фільтрація аналогових сигналів.	1	
7. Комунікаційні інтерфейси у пристроях з мікроконтролерами. Шини I2C, SPI. Інтерфейс USB. Модуль USART.	1	
8. Алгоритми й схеми керування електродвигунами в мікропроцесорній системі.	1	
9. Реалізація регуляторів на мікроконтролері.	1	
10. Сторожовий таймер. Керування енергоспоживанням мікроконтролера.	1	
11. Операційні системи реального часу для	1	Опиту-

мікроконтролерів. Атомарність операцій. FreeRTOS.		вання на лекції
12. API-функції FreeRTOS. Семафори, м'ютекси, критичні секції, черги повідомлень.	1	
13. Мікроконтролери STM32F0 на базі архітектури ARM Cortex-M0.	1	
14. Шар апаратних абстракцій (HAL). Бібліотека HAL для STM32.	1	
15. Прямий доступ до пам'яті (DMA).	1	
16. Arduino як платформа швидкого прототипування мікропроцесорних пристроїв, апаратні та програмні засоби розробки.	1	
17. Мікроконтролери з підтримкою Wi-Fi на прикладі ESP8266	1	
Усього лекційні заняття	17	
Лабораторна робота №1. Режим роботи портів вводу-виводу. Використання кнопок та дискретних світлодіодів з мікроконтролерами	2	Виконання лабораторної роботи, оцінювання звіту
Лабораторна робота №2. Виведення даних на світлодіодні динамічні індикатори	4	
Лабораторна робота №3. Використання вбудованого АЦП	2	
Лабораторна робота №4. Реалізація позиційного регулятора температури на мікроконтролері	2	
Лабораторна робота №5. Використання модуля USART	2	
Лабораторна робота №6. Реалізація багатозадачності на мікроконтролері за допомогою FreeRTOS	2	
Лабораторна робота №7. Реалізація ПІД-регулятора на базі FreeRTOS	4	
Лабораторна робота №8. Введення-виведення цифрових сигналів мікроконтролером STM32F072C8	2	
Лабораторна робота №9. Портування програми регулювання для STM32F072C8	2	
Лабораторна робота №10. Застосування прямого доступу до пам'яті для отримання результату аналогово-цифрового перетворення	2	
Лабораторна робота №11. Використання ESP8266 для керування сервоприводом з веб-сторінки	2	
Захист лабораторних робіт	7	Тести
Усього лабораторні роботи	33	

Практична робота №1. Структури програм для мікроконтролерів. Обробка апаратних переривань INTO/INT1	1	Виконання практичної роботи
Практична робота №2. Керування двигуном постійного струму з використанням таймерів-лічильників	1	
Практична робота №3. Цифрова фільтрація аналогових сигналів мікроконтролером	1	
Практична робота №4. Використання режимів зниженого енергоспоживання та сторожового таймера	1	
Практична робота №5. Використання таймера TIM1 для генерування трифазної системи напруг	1	
Практична робота №6. Обмін даними за допомогою трансивера RS-485 та модуля USART	1	
Захист практичних робіт	4	Тести
Усього практичні роботи	10	
Усього поточна складова оцінювання	60	
2. Підсумкова складова оцінювання		
2.1. Модульний контроль 1	20	Тести
2.2. Модульний контроль 2	20	Тести
Усього поточна складова оцінювання	40	
Разом	100	

Лабораторна робота вважається виконаною вчасно, якщо звіт з цієї роботи був завантажений на exam.nuwm.edu.ua не пізніше, ніж через 14 днів після дати її проведення. За невчасно виконану роботу максимальний бал за неї зменшується на 20%.

Модульний контроль складається з 20 запитань I рівня по 0,5 балів, 8 запитань II рівня по 1 балу, 1 запитання III рівня по 2 бали. Максимальна кількість балів за кожен модульний контроль – 20. Якщо здобувач набрав менше 60 балів за результатами поточного оцінювання та модульного контролю або його не задовольняє набрана кількість балів, він повинен скласти підсумковий контроль під час екзаменаційної сесії. Кращий результат з-поміж модульного та підсумкового контролів буде зараховано як підсумковий.

Нормативні документи:

<https://nuwm.edu.ua/struktturni-pidrozdili/navch-nauk-tsentr-nezalezhnoho-otsiniuvannia-znan/dokumenty>

Рекомендована література (основна, допоміжна)

Основна література

1. Проектування мікропроцесорних систем керування: навчальний посібник / І.Р. Козбур, П.О. Марущак, В.Р. Медвідь, В.Б. Савків, В.П. Пісьціо. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2022. – 324 с.

2. Мікропроцесори та мікроконтролери: навч. посіб. / Д. Д. Татарчук, Ю. В. Діденко. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 238 с.
3. Noviello Carmine. Mastering STM32. – Leanpub, 2018. (release 0.26) – 792 с.

Допоміжна література

1. Глухов О.В., Кравчук О.О., Левченко Є.В. Вивчення властивостей мікроконтролерів і електронних систем на базі платформи Ардуіно: навч. посібник для студентів ВНЗ. Харків: ХНУРЕ, 2019. – 192 с
2. Tanenbaum Andrew S., Structured computer organization. 6th ed. / Andrew S. Tanenbaum, Todd Austin. – Pearson, 2013. – 775 p.
3. Michael Margolis. Arduino Cookbook. – O'Reilly Media, 2011. – 662 с.
4. Evans B. Arduino programming notebook / Brian W. Evans // First edition. – 2007. URL: https://playground.arduino.cc/uploads/Main/arduino_notebook_v1-1.pdf.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Офіційний сайт проекту Arduino. URL: <https://www.arduino.cc/>.
2. ATmega328P Datasheet. URL: https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf.
3. RM0091 Reference manual. URL: https://www.st.com/resource/en/reference_manual/dm00031936-stm32f0x1stm32f0x2stm32f0x8-advanced-armbased-32bit-mcus-stmicroelectronics.pdf
4. Законодавство України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws>.
5. Наукова бібліотека НУБГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75). URL: <https://lib.nuwm.edu.ua/>
6. Національна бібліотека ім В.І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>.
7. Обласна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6). URL: <http://libr.rv.ua/>.

Поєднання навчання та досліджень

Здобувач вищої освіти може залучатися до виконання дослідницьких проектів, написання наукових робіт, статей, тез, патентів тощо. Актуальні напрямки й проекти оголошуються лектором на першій лекції.

ПОЛІТИКИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

Перелік соціальних, «м'яких» навичок (soft skills)

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово
Здатність працювати в команді.

Дедлайни та перескладання

Лабораторні роботи повинні бути виконані й зданий звіт не пізніше, ніж через 14 днів після дати проведення, інакше максимальний бал за роботу зменшується на 20%. Всі лабораторні роботи повинні бути здані до початку екзаменаційної сесії.

Перескладання модульних контролів не передбачено.

Якщо здобувач після складання підсумкового контролю отримав менше 60 балів, він має право перескласти підсумковий контроль.

Здобувач, який двічі не склав підсумковий контроль (не отримав у сумі 60 балів і більше) у викладача, має право здавати дисципліну екзаменаційній комісії. Якщо після цих етапів у здобувача залишається менше 60 балів, у нього виникає академічна заборгованість, що ліквідується відповідно до Порядку ліквідації академічних заборгованостей у НУВГП <https://ep3.nuwm.edu.ua/25072/>

Неформальна та інформальна освіта (за потреби)

Здобувачі освіти мають право на перезарахування результатів навчання у неформальній та інформальній освіті не більше ніж 25% загальної кількості кредитів освітньої програми на семестр відповідно до Положення про неформальну та інформальну освіту <http://ep3.nuwm.edu.ua/18660/>

Онлайн-курси, результати яких можуть бути зараховані як частина кредитів освітньої програми:

<https://www.udemy.com/course/programming-for-avr-microcontrollers/>

<https://ru.coursera.org/learn/introduction-embedded-systems>

<https://ru.coursera.org/learn/embedded-software-hardware>

Правила академічної доброчесності

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватись вимог академічної доброчесності.

При виявленні фактів порушення академічної доброчесності під час складання модульного або підсумкового контролю (звертання до інших осіб, звертання до інших джерел інформації) спроба припиняється.

При виявленні порушення академічної доброчесності під час перевірки лабораторних робіт оцінка за звіт з відповідної роботи знижується або звіт не зараховується залежно від ступеня порушення академічної доброчесності

Вимоги до відвідування

Лабораторні та практичні роботи потребують використання лабораторного обладнання, тому можуть бути виконані здобувачем самостійно лише за наявності в нього доступу до аналогічного обладнання. В усіх інших випадках відвідування лабораторних робіт є обов'язковим. На лабораторних роботах можна використовувати свої ноутбуки для програмування мікроконтролерних плат.

Відпрацювання пропущених лабораторних робіт виконується здобувачем самостійно з використанням симуляторів, які підтримують використане в лабораторній роботі обладнання.

Відпрацювання пропущених лекційних занять передбачає конспектування матеріалу, вказаного лектором, і усне (в т.ч. дистанційно) опитування за опрацьованим матеріалом.

Складання пропущених модульних контролів відбувається згідно оголошень, що публікуються на головній сторінці

<https://exam.nuwm.edu.ua/>

Затверджено

Проректор з науково-педагогічної та
навчальної роботи

Валерій СОРОКА



документ підписаний КЕП
Номер документа СИЛ №321
Підписувач Сорока Валерій Степанович
Підписувач (дані КЕП):
Сертифікат 58E2D9E7F900307B04000000807E2D0054327D00