

Національний університет водного господарства та  
природокористування  
Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики і  
обчислювальної техніки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова науково-методичної  
ради НУВГП  
*е-підпис* Олег ЛАГОДНЮК

29.12.2021

**04-03-64S**

**СИЛАБУС**

навчальної дисципліни

**SYLABUS**

Мікропроцесорні системи та програмування мікропроцесорних засобів		Microprocessor systems and programming of microprocessor devices	
Шифр за ОП:	<b>OK16</b>	Code in Educational Program	
Освітній рівень: бакалаврський (перший)		Educational level: bachelor (first)	
Галузь знань: <b>Електрична інженерія</b>	<b>14</b>	Fields of knowledge <b>Electrical engineering</b>	
Спеціальність: <b>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</b>	<b>141</b>	Speciality <b>Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics</b>	
Освітня програма: <b>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</b>		Educational Program: <b>Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics</b>	

Силабус навчальної дисципліни «Мікропроцесорні системи та програмування мікропроцесорних засобів» для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Рівне. НУВГП. 2021. 10 стор.

ОПП на сайті університету: <http://ep3.nuwm.edu.ua/18634/>

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 № 8 від 22 грудня 2021 року

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

Керівник (гарант) ОП: Василець Святослав Володимирович, д. техн. н., професор.

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІАКОТ  
Протокол № 2 від 23 грудня 2021 року

Голова науково-методичної ради з якості ННІАКОТ: Мартинюк Петро Миколайович, д. техн. н., професор.

СЗ №-7372 в ЕДО

© Реут Д.Т., 2021

© НУВГП, 2021

## ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

Ступінь вищої освіти	<i>бакалавр</i>
Освітня програма	<i>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Спеціальність	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Рік навчання, семестр	<i>3, 5</i>
Кількість кредитів	<i>6</i>
Лекції:	<i>34 годин - денна форма, 2 години - заочна форма</i>
Лабораторні заняття:	<i>26 годин - денна форма, 12 годин - заочна форма</i>
Практичні заняття	<i>12 годин - денна форма, 4 години - заочна форма</i>
Самостійна робота:	<i>108 годин - денна форма, 162 години - заочна форма</i>
Курсова робота:	<i>ні</i>
Форма навчання	<i>денна, заочна</i>
Форма підсумкового контролю	<i>екзамен</i>
Мова викладання	<i>українська</i>

## ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА

### ПРОФАЙЛ ЛЕКТОРА

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](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)

ORCID

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

Як комунікувати

[d.t.reut@nuwm.edu.ua](mailto:d.t.reut@nuwm.edu.ua)

## ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ

### Анотація освітнього компоненту, в т.ч. мета та цілі

*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 й сигналізації, навчитись програмувати пристрої на базі мікроконтролерів для виконання задач вимірювання, індикації, дискретного керування та*

регулювання.

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

Цілями 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, виконуючи прямі операції з регістрами або використовуючи HAL-функції.

**Посилання на розміщення освітнього компоненту на навчальній платформі Moodle**

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

#### **Компетентності**

*K02. Здатність застосовувати знання в галузі мікропроцесорних систем та програмування мікропроцесорних засобів у практичних ситуаціях.*

*K04. Здатність спілкуватися іноземною мовою, зокрема використовувати технічну документацію (datasheet) іноземною мовою на мікроконтролери та інші електронні компоненти, що застосовуються в мікропроцесорних системах.*

*K05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації щодо мікропроцесорних систем і їх програмування з різних джерел.*

*K22. Здатність комплексно аналізувати процеси генерації, перетворення, розподілу та споживання електроенергії в системах з мікропроцесорними засобами.*

#### **Програмні результати навчання**

*ПР06. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.*

#### **Структура та зміст освітнього компонента**

Модулів – 2

Загальна кількість годин – 180

Лекції – 34 год

Лабораторні роботи – 26 год

Практичні роботи – 12 год

Самостійна робота – 108 год

## Модуль 1. Мікропроцесорні системи. AVR-мікроконтролери

1. Класифікація засобів мікропроцесорної техніки. Принципи побудови мікропроцесорних систем. Архітектура AVR-мікроконтролерів на прикладі ATmega328P.

2. Апаратні та програмні засоби розробки для мікроконтролерів. Проектування та розробка програмного забезпечення для мікроконтролерів. Типові структури програм для мікроконтролерів.

3. Пам'ять в мікропроцесорних системах. Особливості розробки мікропроцесорних систем і пристроїв на базі мікроконтролерів. Живлення та тактування мікроконтролерів.

4. Введення/виведення дискретних сигналів. Цифрові входи-виходи.

5. Таймери-лічильники. Опитування клавіатур. Керування динамічними світлодіодними індикаторами.

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

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

8. Алгоритми й схеми керування електродвигунами в мікропроцесорній системі.

9. Реалізація регуляторів на мікроконтролері.

10. Сторожовий таймер. Керування енергоспоживанням мікроконтролера.

Модуль 2. Операційна система FreeRTOS. Мікроконтролери родини STM32F0. Arduino. ESP8266.

11. Операційні системи реального часу для мікроконтролерів. Атомарні операції. FreeRTOS.

12. API-функції FreeRTOS. Семафори, м'ютекси, критичні секції, черги повідомлень.

13. Мікроконтролери STM32F0 на базі архітектури ARM Cortex-M0.

14. Рівень апаратної абстракції (HAL). Бібліотека HAL для STM32.

15. Прямий доступ до пам'яті (DMA).

16. Arduino як платформа швидкого прототипування мікропроцесорних пристроїв, апаратні та програмні засоби розробки.

17. Мікроконтролери з підтримкою Wi-Fi на прикладі ESP8266: можливості програмування в Arduino IDE та сценарії використання.

Теми лабораторних робіт

1. Режим роботи портів вводу-виводу. Використання кнопок та дискретних світлодіодів з мікроконтролерами (2 год)

2. Виведення даних на світлодіодні динамічні індикатори (4 год)

3. Використання вбудованого АЦП (2 год)

4. Реалізація позиційного регулятора температури на мікроконтролері (2 год)

5. Використання модуля USART (2 год)

6. Реалізація багатозадачності на мікроконтролері за допомогою

*FreeRTOS (2 год)*

*7. Реалізація ПІД-регулятора на базі FreeRTOS (4 год)*

*8. Введення-виведення цифрових сигналів мікроконтролером STM32F072C8 (2 год)*

*9. Портування програми регулювання для STM32F072C8 (2 год)*

*10. Застосування прямого доступу до пам'яті для отримання результату аналогово-цифрового перетворення (2 год)*

*11. Використання ESP8266 для керування сервоприводом з веб-сторінки (2 год)*

*Теми практичних робіт*

*1. Структури програм для мікроконтролерів. Обробка апаратних переривань INT0/INT1.*

*2. Керування двигуном постійного струму з використанням таймерів-лічильників.*

*3. Фільтрація аналогових сигналів мікроконтролером.*

*4. Використання режимів зниженого енергоспоживання та сторожового таймера.*

*5. Використання таймера TIM1 для генерування трифазної системи напруг.*

*6. Обмін даними за допомогою трансивера RS-485 та модуля USART. Для лабораторних і практичних робіт використовується наступне апаратне та 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, 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, Ac6 System Workbench for STM32.*

*Результати навчання:*

*1. Знати принципи побудови та функціонування мікропроцесорних систем.*

*2. Знати принципи дії основних функціональних вузлів мікроконтролерів та вміти їх застосовувати.*

*3. Вміти вибрати мікроконтролер для реалізації заданої функціональності мікропроцесорної системи.*

*4. Вміти програмувати мікроконтролери архітектур AVR, STM32F0 для введення та виведення дискретних й аналогових сигналів, виконання задач вимірювання, індикації, дискретного керування та регулювання.*

**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.

### **Форми та методи навчання**

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

### **Порядок та критерії оцінювання**

Сума балів = 100:

1) 60 – поточна робота:

17 балів за відвідування лекцій (1 бал за лекцію);

26 балів за виконання лабораторних робіт (1 бал – робота на занятті, 1 бал – звіт) та 7 балів за захист лабораторних робіт (тестування);

6 балів за виконання практичних робіт (робота на занятті) та 4 бали за захист практичних робіт (тестування);

2) 40 – модульний/підсумковий контроль.

Лабораторна робота вважається виконаною вчасно, якщо звіт з цієї роботи був завантажений на [exam.nuwm.edu.ua](http://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-nezalezchno-otsiniuvannia-znan/dokumenty>

### **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.

### **Інформаційні ресурси**

1. Таненбаум Э., Остин Т. Архитектура компьютера. 6-е изд. /Пер. с англ. – СПб.: Питер, 2013. – 816 с.
2. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Мега. Руководство пользователя. – М.: Издательский дом “Додэка-XXI”, 2007. – 592 с.: ил. (Серия “Программируемые системы”).
3. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 256 с.

4. Noviello Carmine. *Mastering STM32*. – Leanpub, 2018. (release 0.26) – 792 с.
5. Michael Margolis. *Arduino Cookbook*. – O'Reilly Media, 2011. – 662 с.
6. Evans B. *Arduino programming notebook* [Електронний ресурс] / Brian W. Evans // First edition. – 2007. – Режим доступу до ресурсу: [https://playground.arduino.cc/uploads/Main/arduino\\_notebook\\_v1-1.pdf](https://playground.arduino.cc/uploads/Main/arduino_notebook_v1-1.pdf) .
7. Офіційний сайт проекту Arduino / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.arduino.cc/>.
8. ATmega328P Datasheet / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P\\_Datasheet.pdf](https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf) .
9. RM0091 Reference manual / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.st.com/resource/en/reference\\_manual/dm00031936-stm32f0x1stm32f0x2stm32f0x8-advanced-armed-32bit-mcus-stmicroelectronics.pdf](https://www.st.com/resource/en/reference_manual/dm00031936-stm32f0x1stm32f0x2stm32f0x8-advanced-armed-32bit-mcus-stmicroelectronics.pdf)
10. Законодавство України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws> .
11. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka> (<http://nuwm.edu.ua/MySql/>).
12. Національна бібліотека ім В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/> .
13. Обласна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://lib.rv.ua/> .

#### **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 <http://ep3.nuwm.edu.ua/4273/>

#### **Неформальна та інформальна освіта**

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/>

### **Оновлення**

Зміст освітньої компоненти оновлюється відповідно поширення нових практик у програмуванні засобів мікропроцесорної техніки та появи нових вагомих наукових досягнень у цій галузі.

Здобувачі вищої освіти в кінці вивчення дисципліни мають змогу запропонувати зміни в ході опитування <https://exam.nuwm.edu.ua/mod/feedback/view.php?id=52821>

Інші стейкхолдери можуть надсилати пропозиції щодо змін на електронну пошту лектора.

### **Академічна мобільність. Інтернаціоналізація**

Здобувач має право на перезарахування результатів навчання за програмами академічної мобільності відповідно до Порядку перезарахування результатів навчання за програмами академічної мобільності НУВГП <http://ep3.nuwm.edu.ua/19458/>

*Здобувач може брати участь у всеукраїнських та міжнародних студентських олімпіадах і хакатонах з програмування мікроконтролерів та мікропроцесорних систем.*

*Лектор*

*Реут Д. Т., к.т.н., доцент кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій*