

Міністерство освіти і науки України
Міжнародний гуманітарний університет
Кафедра комп'ютерних наук

Русу О.П.

**ПРОГРАМУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ ТА РОБОТОТЕХНІКА
В ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ**

Методичні рекомендації для самостійної роботи

Одеса 2025

Затверджено Вченою Радою Міжнародного гуманітарного університету (протокол № 5 від 20 січня 2025 р.).

Русу О.П. ПРОГРАМУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ ТА РОБОТОТЕХНІКА В ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ. Методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів першого (бакалаврського) рівня спеціальності «Середня освіта. Інформатика» [Електронне видання]. Кафедра комп'ютерних наук Міжнародного гуманітарного університету. Одеса, 2025. 14 с.

Методичні рекомендації для курсу «ПРОГРАМУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ ТА РОБОТОТЕХНІКА В ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ» призначені для самостійної роботи здобувачів, що навчаються за першим (бакалаврським) рівнем за спеціальністю «Інженерія програмного забезпечення». Методичні рекомендації розроблені відповідно навчального плану. До складу методичних рекомендацій входять навчальна програма, теми практичних занять та самостійної роботи студентів. Матеріали призначено для студентів факультету кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук Міжнародного гуманітарного університету.

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Програмування мікроконтролерів та пристроїв Інтернету речей» присвячена вивченню принципів побудови та функціонування мікроконтролерів, а також здобуттю навичок їх практичного використання. Особливу увагу у курсі приділяється створенню програмного забезпечення на мовах асемблера та принципам побудови пристроїв Інтернету речей. Розглядаються питання методів викладання програмування мікроконтролерів та робототехніка в закладах освіти.

МЕТА ДИСЦИПЛІНИ. Метою дисципліни є отримання знань з принципів побудови мікроконтролерів та принципів створення програмного забезпечення, зокрема для пристроїв, що відносяться до категорії Інтернет-речей.

ПЕРЕКВІЗИТИ. Передумовами для вивчення дисципліни є знання і вміння, отримані здобувачем при вивченні попередніх навчальних дисциплін бакалаврської підготовки: «Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів», «Дискретна математика», «Алгоритмізація та програмування», «Алгоритми та структури даних» та «Об'єктно-орієнтоване програмування».

ПОСТРЕКВІЗИТИ. Знання і вміння, отримані здобувачем при вивченні даної навчальної дисципліни, можуть бути використані при вивченні подальших курсів та при написанні кваліфікаційної роботи.

Програмування мікроконтролерів та робототехніка в закладах освіти є важливим складником сучасної STEM-освіти, що спрямована на формування в учнів практичних навичок роботи з цифровими технологіями, розвиток алгоритмічного мислення, інженерного підходу та творчих здібностей. Викладання цих напрямів поєднує теоретичні знання з інформатики, фізики, математики та технологій із практичною діяльністю, що забезпечує міждисциплінарний характер навчання.

Основою курсу є ознайомлення з мікроконтролерами як пристроями, що виконують керування різними електронними системами. Учні вивчають принципи їх роботи, структуру, основні компоненти (процесор, пам'ять, порти вводу/виводу), а також особливості програмування. На початковому етапі доцільно використовувати візуальні середовища або спрощені платформи, що дозволяють швидко отримати результат і підвищити мотивацію до навчання. Надалі учні переходять до текстового програмування, вивчаючи базові конструкції: змінні, умови, цикли, функції, роботу з датчиками та виконавчими пристроями.

Викладання робототехніки базується на проєктному підході, що передбачає створення реальних або віртуальних моделей роботів. Учні навчаються конструювати роботизовані системи, підключати датчики (світла, температури, відстані тощо), програмувати їх поведінку та аналізувати результати роботи. Важливим є формування вмінь моделювати ситуації, тестувати програми, знаходити та виправляти помилки.

Методика викладання передбачає поетапне ускладнення матеріалу: від простих задач (керування світлодіодом, кнопкою) до складніших (керування двигунами, створення автономних роботів, реалізація алгоритмів навігації). Значна увага приділяється формуванню навичок роботи з технічною документацією, схемами, а також розвитку дослідницьких умінь через проведення експериментів.

Ефективними методами навчання є **проектно-орієнтоване навчання**, що дозволяє реалізовувати практичні завдання та розвивати креативність; **проблемне навчання**, яке стимулює пошук рішень реальних задач; **командна робота**, що формує навички комунікації та співпраці; **інтерактивні та цифрові інструменти**, включаючи симулятори та онлайн-платформи.

Важливим аспектом є інтеграція робототехніки в освітній процес через міжпредметні зв'язки. Наприклад, задачі з фізики можуть реалізовуватися через моделювання руху роботів, а математичні знання — через розрахунок параметрів руху або обробку даних із датчиків.

У процесі навчання необхідно враховувати вікові особливості учнів, рівень їх підготовки та забезпечувати диференційований підхід. Для молодших учнів доцільно використовувати ігрові форми навчання та конструктори з простим програмуванням, тоді як старші учні можуть працювати з більш складними платформами, мовами програмування та реальними інженерними задачами.

Оцінювання результатів навчання здійснюється не лише за правильністю виконання завдань, але й за рівнем сформованості компетентностей: умінням працювати в команді, здатністю аналізувати та вдосконалювати власні проекти, креативністю та самостійністю.

Заплановані результати навчання за навчальною дисципліною

Знання:

- принципи побудови та архітектуру програмно-апаратних застосунків на основі мікроконтролерів;
- принципи побудови та тестування програмного забезпечення для мікроконтролерів;
- архітектуру мікроконтролерів та особливості розподілу їх ресурсів;
- особливості функціонування ядра та периферійних пристроїв мікроконтролерів у системах реального часу;
- особливості програмування на мовах асемблеру;
- принципи керування типовими апаратними вузлами електронної техніки;
- принципи роботи та функціонування пристроїв Інтернету речей.

Уміння:

- формулювати вимоги до програмного забезпечення застосунків на основі мікроконтролерів;
- обґрунтовано обирати мікроконтролери, найбільш придатні для вирішення практичних задач;
- обґрунтовано обирати мову програмування та інтегроване середовище для розробки програмного забезпечення для мікроконтролерів;
- реалізовувати технічне завдання на розробку програмного забезпечення застосунків на основі мікроконтролерів;
- працювати з технічною документацією;
- налаштовувати ядро та периферійні пристрої мікроконтролерів;
- створювати програмне забезпечення для мікроконтролерів.

Навички:

- створення, налагодження та перевірки працездатності (тестування) програмного забезпечення;
- роботи в інтегрованих середовищах для розробки програмного забезпечення (Integrated Development Environment, IDE);
- читання та аналізу електричних схем комп'ютерної техніки

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**Тема 1. Знайомство з мікроконтролерами**

Призначення мікроконтролера. Застосування мікроконтролерів. Особливості роботи з мікроконтролерами. Мікроконтролери загального призначення провідних виробників електронних компонентів: Microchip Technology, STMicroelectronics, Texas Instruments, Renesas Electronics та інших. Мікроконтролер PIC16F84A.

Апаратні засоби для створення застосунків на мікроконтролерах: плати для розробки, макетні плати, плати для оцінки, опорні проєкти. Екосистеми для розробки застосунків на мікроконтролерах провідних виробників електронних компонентів. Платформа Arduino.

Засоби для програмування мікроконтролерів: зовнішні програматори та налагоджувачі, засоби та внутрішньосхемного програмування та налагодження.

Інтегровані середовища для розробки програмного забезпечення для мікроконтролерів: MPLAB, Microchip Studio, Atmel Studio, IAR Embedded Workbench, STM32CubeIDE, Code Composer Studio та інші. Елементи інтегрованих систем: редактори коду, компілятори, симулятори, програмне забезпечення для внутрішньосхемного налагодження.

Технічна документація мікроконтролерів: Reference Manual, Datasheet, Errata.

Типова електрична частина застосунків на мікроконтролерах. Виводи загального та спеціального призначення.

Порти введення-виведення загального призначення. Принципи формування електричних сигналів за допомогою портів введення-виведення. Принцип програмного керування портами введення-виведення та формування зовнішніх сигналів.

Основні елементи архітектури мікроконтролера: арифметико-логічний пристрій, акумулятори, пам'ять програм, оперативна пам'ять, стек.

Пам'ять програм. Призначення, розрядність. Технології виготовлення. Принципи адресації. Сторінки пам'яті програм.

Оперативна пам'ять. Регістри загального та спеціального призначення. Принципи адресації оперативної пам'яті. Сторінки оперативної пам'яті.

Стек. Призначення та принцип роботи стеку. Обмеження стеку та наслідки його переповнення. Передавання параметрів в підпрограми на мові асемблеру.

Машинний цикл і тривалість виконання команд. Принцип роботи командного конвеєра та наслідки його порушення. Команда пор та її використання для формування часових інтервалів. Принцип формування часових інтервалів у мікроконтролерах. Розрахунок тривалості виконання програмного коду. Формування затримок за допомогою вкладених циклів.

Тактовий генератор та його вплив на швидкодію і енергоспоживання мікроконтролера. Варіанти тактових генераторів мікроконтролерів та їх характеристики. Кварцові та керамічні резонатори, RC-генератори.

Слово конфігурації мікроконтролера та його призначення.

Типова структура програмного забезпечення мікроконтролера.

Допоміжні таймери та їх роль у підвищенні надійності програмного забезпечення: таймери затримки запуску мікроконтролера, сторожові таймери.

Таймери загального призначення: джерела тактового сигналу, передподільники тактової частоти, основні регістри.

Механізм переривань: принцип роботи, джерела переривань, прапори та біти дозволу переривань. Обробка переривань: вектори обробників переривань, збереження та відновлення контексту, асемблерні команди та типові алгоритми обробки переривань.

Тема 2. Програмування на мові асемблеру

Набори асемблерних команд мікроконтролерів різних виробників (PIC12, PIC16, PIC18, AVR, STM8, STM32, MSP430 та інших).

Системи числення, що використовуються при написанні програмного коду на мові асемблеру: двійкова, десяткова, шістнадцяткова. Формати інтерпретації чисел.

Змінні. Правила формування імен змінних. Розміщення змінних в оперативній пам'яті. Варіанти призначення імен змінним.

Константи. Правила формування імен констант. Розміщення констант к пам'яті програм. Варіанти призначення імен змінним.

Мітки. Мітки як різновид констант. Правила призначення та розташування міток.

Особливості роботи з багатобайтними змінними та константами. Директиви Low, High, Upper.

Принципи копіювання інформації: копіювання констант із пам'яті програм в оперативні пам'ять, копіювання інформації між комірками оперативної пам'яті. Особливості використання акумулятора.

Організація арифметико-логічних операцій. Принципи виконання арифметико-логічних операцій: константа-змінна, змінна-змінна. Алгоритми виконання арифметико-логічних операцій із багатобайтними числами.

Прапори арифметико-логічних операцій: прапор нуля, прапор переносу-запозичення, прапор переносу-запозичення між тетрадами байту.

Арифметичні операції на мові асемблеру: додавання, віднімання, множення, ділення.

Логічні операції: унарні (інверсія, обмін тетрадами, побітове зміщення) та бінарні (побітове І, АБО, виключне АБО).

Умовні операції. Умовна операція з двома гілками. Умовна операція із однією гілкою. Умовні операції з кількістю гілок більше двох.

Організація умовних операцій за допомогою асемблерних команд `btfs` та `btfsz`.

Організація умовних операцій за допомогою асемблерних команд `incfsz`, `decfsz`.

Організація умовних операцій за допомогою непрямої адресації та обчислювальних безумовних переходів. Показники на мові асемблеру. Програмний лічильник. Особливості та ризики використання непрямої адресації та обчислювальних безумовних переходів.

Організація циклів.

Алгоритми роботи з векторами та матрицями.

Алгоритми роботи з символьними даними.

Алгоритми обчислення математичних функцій (квадратний корінь, експонента, тригонометричні функції тощо).

Тема 3. Керування апаратними вузлами електронної техніки

Керування потужним навантаженням. Схемотехніка підсилювачів сигналів мікроконтролера. Підсилювачі на біполярних та польових транзисторах. Спеціалізовані електронні компоненти із логічними рівнями керування (транзистори, тиристори, симистори тощо). Особливості формування сигналів для різних схем підсилювачів.

Контроль стану механічних перемикачів. Варіанти електричного підключення механічних перемикачів. Брязкіт контактів. Гістерезис. Тригери Шмідта. Алгоритми контролю стану механічних перемикачів.

Динамічна індикація. Принципи керування багаторозрядними індикаторами. Матричні індикатори.

Рідкокристалічні індикатори. Принципи керування індикаторами на рідких кристалах. Алгоритм формування сигналів для керування рідкокристалічними індикаторами.

Колекторні двигуни. Схема підключення до мікроконтролера. Драйвери колекторних двигунів. Алгоритм On-Off. Алгоритм керування зі зміною напрямку обертання. Алгоритм керування зі зміною швидкості. Широтно-імпульсна та частотно-імпульсна модуляція.

Крокові двигуни. Різновиди крокових двигунів. Двигуни із однією обмоткою (двигун Лав'є) та з двома обмотками. Алгоритми формування сигналів для керування кроковими двигунами.

Сервоприводи. Різновиди сервоприводів. Алгоритми формування сигналів для керування сервоприводами.

Периферійні модулі для забезпечення людино-машинного інтерфейсу (контролери клавіатур, матричних та рідкокристалічних індикаторів, звукових сигналізаторів тощо).

Периферійні модулі для комунікації по стандартним інтерфейсам (UART, ІС, SPI, CAN, USB та інших).

Принципи побудови типових застосунків на мікроконтролерах (ялинкові гірлянди, побутова техніка, інформаційні панелі, роботи, безпечні транспортні засоби, та інші).

Тема 4. Створення пристроїв Інтернету речей

Особливості пристроїв Інтернету речей: функціональність, інформаційна безпека, енергоощадність.

Апаратна основа пристроїв Інтернету-речей: спеціалізовані мікроконтролери, датчики, компоненти людино-машинного інтерфейсу.

Особливості живлення від автономних джерел енергії, монітори живлення. Методи зменшення енергоспоживання: зниження тактової частоти, енергоощадні режими, монітори живлення та енергоспоживання, модулі регульованих стабілізаторів напруги.

Особливості забезпечення необхідного рівня захисту інформації та кібербезпеки пристроїв Інтернету-речей. Спеціалізовані периферійні модулі: модулі шифрування, апаратні генератори випадкових чисел, модулі для обчислення контрольних сум та інші.

Засоби зменшення енергоспоживання: програмована система тактування, режими енергозбереження. Периферійні модулі для забезпечення бездротових інтерфейсів. Системи-на-кристалі. Екосистеми для створення пристроїв Інтернету речей.

ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

Тема 1. Знайомство з мікроконтролерами Проєкт «Вітаю, світе!» Проєкт «Автомат світлових ефектів»
Тема 2. Програмування на мові асемблеру Застосунок «Семисегментний індикатор» Застосунок «Секундомір» Застосунок «Рядок, що біжить» Застосунок «Світлофор»
Тема 3. Керування апаратними вузлами електронної техніки Застосунок «Кнопковий лічильник» Застосунок «Колекторний електродвигун» Застосунок «Електромеханічний годинник» Застосунок «Рідкокристалічний індикатор»
Тема 4. Створення пристроїв Інтернету речей Екосистеми для створення Інтернет-речей

САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи здобувачів відносяться наступні види діяльності:

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Підготовка до практичних занять.
3. Консультації з викладачем впродовж семестру.
4. Ознайомлення з додатковою літературою відповідно до зазначених у програмі тем.
5. Самостійне опрацювання окремих питань навчальної дисципліни.
6. Підготовка індивідуальних завдань у вигляді презентацій або рефератів.
7. Підготовка до підсумкового контролю.

Тема 1. Знайомство з мікроконтролерами Мікроконтролери загального призначення провідних виробників електронних компонентів: Microchip Technology, STMicroelectronics, Texas Instruments, Renesas Electronics та інших. Інтегровані середовища для розробки програмного забезпечення для мікроконтролерів: MPLAB, Microchip Studio, Atmel Studio, IAR Embedded Workbench, STM32CubeIDE, Code Composer Studio та інші. Апаратні засоби для створення застосунків на мікроконтролерах. Екосистеми для розробки застосунків на мікроконтролерах провідних виробників електронних компонентів. Платформа Arduino.
Тема 2. Програмування на мові асемблеру Організація циклів. Формати інтерпретації чисел. Алгоритми виконання арифметико-логічних операцій із багатобайтними числами. Алгоритми роботи з векторами та матрицями. Алгоритми роботи з символьними даними. Алгоритми обчислення математичних функцій (квадратний корінь, експонента, тригонометричні функції тощо). Набори асемблерних команд мікроконтролерів різних виробників (PIC12, PIC18, AVR, STM8, STM32, MSP430 та інших).
Тема 3. Керування апаратними вузлами електронної техніки Спеціалізовані електронні компоненти із логічними рівнями керування (транзистори, тиристори, симистори тощо). Периферійні модулі для забезпечення людино-машинного інтерфейсу (контролери клавіатур, матричних та рідкокристалічних індикаторів, звукових сигналізаторів тощо). Периферійні модулі для комунікації по стандартним інтерфейсам (UART, ІІС, SPI, CAN, USB та інших). Принципи побудови типових застосунків на мікроконтролерах (ялинкові гірлянди, побутова техніка, інформаційні панелі, роботи, безекіпажні транспортні засоби, та інші).
Тема 4. Створення пристроїв Інтернету речей Спеціалізовані мікроконтролери та апаратні засоби для створення пристроїв Інтернету речей від провідних виробників електронних компонентів. Периферійні модулі мікроконтролерів для забезпечення кібербезпеки: модулі шифрування, апаратні генератори випадкових чисел, модулі для обчислення контрольних сум та інші. Засоби зменшення енергоспоживання: програмована система тактування, режими енергозбереження, монітори живлення та енергоспоживання, модулі стабілізації напруги. Периферійні модулі для забезпечення бездротових інтерфейсів. Системи-на-кристалі. Екосистеми для створення пристроїв Інтернету речей.

ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Види контролю	Складові оцінювання
Поточний контроль , який здійснюється під час проведення практичних (лабораторних) занять, виконання самостійної роботи, індивідуальних завдань, дослідної робота здобувача тощо	50%
Підсумковий контроль , який здійснюється у ході проведення екзамену	50%

Методи діагностики знань (контролю)	Фронтальне опитування, розв'язання практичних завдань, тестування здобувачів, наукові доповіді, реферати, усні повідомлення, екзамен
--	--

Питання для підсумкового контролю

Теоретичні питання

1. Апаратні засоби для створення застосунків на мікроконтролерах.
2. Типова електрична частина застосунків на мікроконтролерах.
3. Архітектура мікроконтролера.
4. Типова структура програмного забезпечення мікроконтролера.
5. Машинний цикл і тривалість виконання команд.
6. Види пам'яті мікроконтролерів.
7. Порти введення-виведення: призначення, функціональні можливості, структура, режими роботи, регістри, алгоритм налаштування та роботи.
8. Тактові генератори мікроконтролерів: призначення, функціональні можливості, структура, режими роботи, регістри, алгоритм налаштування та роботи.
9. Таймери: призначення, різновиди, функціональні можливості, структура, режими роботи, регістри, алгоритм налаштування та роботи.
10. Механізм переривань: функціональні можливості, структура, режими роботи, регістри, алгоритм налаштування та роботи.
11. Змінні та константи мов асемблеру: правила формування імен, розміщення в пам'яті, варіанти призначення імен змінним.
12. Реалізація копіювання інформації за допомогою асемблерних інструкцій.
13. Реалізація арифметико-логічних операцій за допомогою асемблерних інструкцій
14. Реалізація умовних операцій за допомогою асемблерних інструкцій.
15. Реалізація непрямої адресації за допомогою асемблерних інструкцій.
16. Реалізація обчислювальних переходів за допомогою асемблерних інструкцій.
17. Реалізація підпрограм за допомогою асемблерних інструкцій.
18. Алгоритми контролю стану механічних перемикачів.
19. Алгоритми керування одиночними світлодіодними індикаторами.
20. Алгоритми керування символьними дисплеями.
21. Алгоритми керування колекторними двигунами.
22. Алгоритми керування кроковими двигунами.
23. Алгоритми керування сервоприводами.
24. Спеціалізовані периферійні модулі для забезпечення людино-машинного інтерфейсу.
25. Спеціалізовані периферійні модулі для комунікації по стандартним інтерфейсам.
26. Спеціалізовані периферійні модулі для інформаційної безпеки.

27. Особливості пристроїв Інтернету речей.
28. Апаратна основа пристроїв Інтернету речей.
29. Методи зменшення енергоспоживання застосунків на основі мікроконтролерів.
30. Екосистеми для створення пристроїв Інтернету речей.

Практичні завдання

1. Створити програмне забезпечення, яке буде виводити на багаторозрядний світлодіодний семисегментний дисплей задану комбінацію символів.
2. Створити програмне забезпечення, яке буде керувати лампами світлофора за заданим алгоритмом.
3. Створити програмне забезпечення, яке буде виводити на рядок, що біжить, задане повідомлення.
4. Створити програмне забезпечення, яке буде формувати на світлодіодній панелі заданий світловий ефект.

ОЦІНЮВАННЯ ПОТОЧНОЇ, САМОСТІЙНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ

Види роботи	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальний відсоток оцінювання
Систематичність і активність роботи на практичних заняттях			
1.1. Підготовка до практичних занять	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час практичних занять	30
Виконання завдань для самостійного опрацювання			
1.2. Індивідуальне тестування	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка результатів індивідуального тестування, перевірка конспектів лекцій, перевірка рефератів	10
Виконання індивідуальних завдань (дослідна робота здобувача)			
1.3. Інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовка наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо.	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Обговорення результатів проведеної роботи під час аудиторних занять, наукових конференцій та круглих столів.	10
Разом балів за поточний контроль			50
Підсумковий контроль – екзамен			50
Загалом балів			100

Поточний контроль знань здобувачів при підсумковому контролі у формі екзамену (максимум 50 балів) оцінюється за шкалою («2», «3», «4», «5»), з обов'язковим переведенням балів за кожний вид роботи таким чином:

– за підготовку до аудиторних занять (максимум 30 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості практичних (лабораторних) занять, для переводу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 6;

– за виконання завдань для самостійного опрацювання (тестування, завдання, підготовка реферату за заданою тематикою) (максимум 10 балів) здобувачу освіти необхідно

мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості програмного матеріалу, що виноситься на самостійне вивчення, для переводу зазначених балів середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 2;

– за інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовку наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо (максимум 10 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості інших видів індивідуальних завдань, для переводу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 2.

Критерії оцінювання поточного контролю

– «2» – виставляється за неправильну відповідь (письмову роботу), яка не відповідає змісту теми та свідчить про нерозуміння її основних положень;

– «3» – виставляється за відповідь (письмову роботу), яка відповідає змісту теми, але є неповною і неточною у визначенні понять, свідчить про неповне розуміння основних положень навчального матеріалу, свідчить про те, що знання здобувача мають фрагментарний, поверховий характер;

– «4» – оцінюється правильна і обґрунтована відповідь (письмова робота), з якої видно, що здобувач знає й розуміє теоретичний матеріал в обсязі навчальної теми, володіє необхідними навичками, не допускає суттєвих помилок.

– «5» – оцінюється повна, правильна, ґрунтовна відповідь (письмова робота) на запитання теми, що передбачає логічність і послідовність викладу матеріалу, володіння термінологією, показує вміння повно й глибоко використовувати теоретичні знання в практичній площині.

Критерії оцінювання підсумкового контролю у формі екзамену

Максимальна оцінка підсумкового контролю у формі екзамену не може перевищувати 50 балів. При цьому рівень знань оцінюється:

– **від 40 до 50 балів** – здобувач виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки;

– **від 30 до 40 балів** – здобувач володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді;

– **від 20 до 30 балів** – здобувач відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки.

– **від 10 до 20 балів** – здобувач володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих;

– **від 0 до 10 балів** – здобувач володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки.

ОЦІНЮВАННЯ ЗАГАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ

Загальні результати знань здобувачів оцінюються наступним чином:

– **«Відмінно»/«зараховано» (А)** – від 90 до 100 балів. Здобувач виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки. Був присутній на лекціях та практичних заняттях, під час яких давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– **«Добре»/«зараховано» (В)** – від 82 до 89 балів. Здобувач володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Був присутній на лекціях та практичних заняттях, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– **«Добре»/«зараховано» (С)** – від 74 до 81 балів. Здобувач відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи, реферату та активність у науково-дослідній роботі;

– **«Задовільно»/«зараховано» (D)** – від 64 до 73 балів. здобувач був присутній не на всіх лекціях та практичних заняттях, володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи та рефератів;

– **«Задовільно»/«зараховано» (E)** – від 60 до 63 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та практичних заняттях, володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки, має неповний конспект з завданнями до самостійної роботи.

– **«Незадовільно з можливістю повторного складання»/«не зараховано» (FX)** – від 35 до 59 балів. Здобувач володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.

– **«Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни»/«не зараховано» (F)** – від 0 до 34 балів. Здобувач не володіє навчальним матеріалом.

Таблиця відповідності результатів контролю знань за різними шкалами

100-бальна шкала	Шкала за ECTS	Національна шкала	
		Екзамен	Залік
90-100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	Зараховано
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	Зараховано
60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно	Не зараховано
0-34	F		

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Rafiquzzaman, M.. Microcontroller Theory and Applications with the PIC18F. США: Wiley, 2025. 496p. ISBN: 9781394318247, 1394318243
2. Narayan Changder Microcontroller: the amazing quiz book. N.p.: Changder Outline, 2024. 199p.
3. Mathioudakis, S. Computerised Systems Architecture: An Embedded Systems Approach. USA: AuthorHouse UK, 2024. 206p. ISBN: 9798823090117.
4. Смірнов В.В., Смірнова Н.В., Пархоменко Ю.М. Програмування мікроконтролерних систем : навчальний посібник; М-во освіти і науки України, Центральнoукраїн. нац. техн. ун-т. – Кропивницький : ЦНТУ, 2021. – 262 с.
5. С.В. Войтко PIC-контролери та MPLAB: програмування на асемблері. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського., Вид. Політехніка. 2020. 160 с. ISBN: 9789666228218, 9666228211.
6. Almadhoun, Ashraf. Introduction to PIC Microcontroller and Its Architecture: A Detailed Look Into PIC Microcontroller and Its Architecture. N.p., Amazon Digital Services LLC - KDP Print US, 2020. 32 p. SBN:9798634402383
7. AlMadhoun, Ashraf. Development Environment for PIC Microcontroller: Proteus and MikroC Step By Step: You Will Learn the Most Widely Used Software to Program and Simulate PIC Microcontroller in the Embedded Systems World. N.p., Amazon Digital Services LLC - KDP Print US, 2020. 47 p. ISBN: 9798634402413

Допоміжна

8. Okoloko, Innocent Ejiro. PIC Experiments Lab Book with PIC18F2431 and XC8. Великобританія, Amazon Digital Services LLC - KDP Print US, 2020. 220 p. ISBN: 9798690803094.
6. Uzam, Murat. PIC16F1847 Microcontroller-Based Programmable Logic Controller: Hardware and Basic Concepts. США, CRC Press, 2020. 520p. ISBN: 9781000193879, 100019387X.
10. T, Veeramanikandasamy. Practical Electronics (Volume II): Programming PIC16 Microcontrollers in Assembly and C. N.p., Amazon Digital Services LLC - Kdp, 2021. 251 p. ISBN: 9798453457021
11. Русу О.П. Особливості мікроконтролерів Renesas RA2 з низьким споживанням енергії. CHIP NEWS. 2025, №1. С. 46-51. URL: https://www.chipnews.com.ua/userfiles/file/1-2025%20CHIP%20NEWS/46-51%20pages%20from%20ChipNews_UA_01-2025.pdf

Інформаційні ресурси

12. Мікроконтролери Microchip. URL: <https://www.microchip.com/en-us/products/microcontrollers-and-microprocessors>
13. Мікроконтролери STM. URL: <https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors.html>
14. Мікроконтролери Texas Instruments. URL: <https://www.ti.com/microcontrollers-mcus-processors/overview.html>

Навчальне видання

Русу Олександр Петрович

**ПРОГРАМУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ ТА РОБОТОТЕХНІКА
В ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ**

Методичні рекомендації для самостійної роботи