



Міжнародний гуманітарний університет
Факультет кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук
Кафедра комп'ютерних наук

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ПРОГРАМУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ ТА ПРИСТРОЇВ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

Галузь знань	12 – Інформаційні технології
Спеціальність	125 – Кібербезпека та захист інформації
Назва освітньої програми	Кібербезпека
Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)

Розробники і викладачі	Контактний телефон	Електронна адреса
Доцент кафедри комп'ютерних наук, к.т.н., доц. Русу Олександр Петрович	+3805053336722	shurusu@ukr.net

1. АНОТАЦІЯ ДО КУРСУ

Дисципліна «Програмування мікроконтролерів та пристроїв Інтернет речей» присвячена вивченню принципів побудови, функціонування та захисту мікроконтролерів, а також здобуттю навичок їх практичного використання. Особливу увагу у курсі приділяється створенню програмного забезпечення на мовах асемблеру за принципами побудови пристроїв Інтернету речей.

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

ПРЕРЕКВІЗИТИ. Передумовами є знання з фізики (ОК 7), архітектури комп'ютерів («Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів», ОК 15), навички програмування («Основи програмування», ОК 8) та базові знання з дискретної математики (ОК 9).

ПОСТРЕКВІЗИТИ. Знання програмування мікроконтролерів і пристроїв IoT є основою для вивчення «Безпеки бездротових мереж Інтернету речей (IoT)» (ОК 27) та «Систем технічного захисту інформації» (ОК 31), а також знаходять застосування при виконанні технологічної практики (ОК 33) та підготовці кваліфікаційної роботи (ОК 36).

2. ОЧІКУВАНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ, ЯКІ ПЛАНУЄТЬСЯ СФОРМУВАТИ, ТА ДОСЯГНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

У процесі реалізації програми дисципліни «Програмування мікроконтролерів та пристроїв Інтернету речей» формуються наступні компетентності із передбачених освітньою програмою:

Інтегральна компетентність

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі кібербезпеки та захисту інформації.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності

СК 2. Здатність використовувати інформаційні технології, сучасні методи і моделі кібербезпеки та системи захисту інформації

СК 4. Здатність забезпечувати захист інформації в інформаційних та інформаційно-комунікаційних системах згідно встановленої політики кібербезпеки й захисту інформації.

СК 9. Здатність застосовувати методи та засоби технічного захисту інформації на об'єктах інформаційної діяльності.

Навчальна дисципліна «Програмування мікроконтролерів та пристроїв Інтернету речей» забезпечує досягнення програмних результатів навчання (РН), передбачених освітньою програмою:

РН 7. Застосовувати й адаптувати теорії інформації та кодування, математичної статистики, чисел, криптографії та стеганографії, оброблення і передачі сигналів тощо, принципи, методи, поняття кібербезпеки та захисту інформації у навчанні та професійній діяльності

РН 8. Застосовувати знання и розуміння математики та фізики в професійній діяльності, формалізувати задачі предметної галузі кібербезпеки та захисту інформації, формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення.

РН 12. Застосовувати методи та засоби захисту інформації в інформаційних та інформаційно-комунікаційних системах відповідно до встановленої політики інформаційної безпеки.

РН 13. Впроваджувати, налаштовувати, супроводжувати та підтримувати функціонування програмних і програмно-апаратних комплексів і систем кібербезпеки та захисту інформації як необхідні процедури для функціонування інформаційних й інформаційно-комунікаційних систем та/або інфраструктури організації в цілому.

3. ОБСЯГ ТА ОЗНАКИ КУРСУ

Загалом		Вид заняття (денна форма/заочна форма)				Ознаки курсу		
Кредитів ЄКТС	Годин	Лекційні заняття	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Самостійна робота	Курс, (рік навчання)	Семестр	Обов'язкова / вибіркова
6	180	52/10	52/10	0/0	76/160	1, 2	2, 3	Обов'язкова

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	Заг.	у тому числі				Заг.	у тому числі			
		Лекц.	Практ.	Лаб.	Сам. роб.		Лекц.	Практ.	Лаб.	Сам. роб.
Тема 1. Знайомство з мікроконтролерами	28	10	10	0	18	32	2	2	0	28
Тема 2. Програмування на мові асемблеру	48	16	16	0	20	58	2	4	0	52
Тема 3. Керування апаратними вузлами електронної техніки	50	10	10	0	18	56	2	2	0	52
Тема 4. Створення пристроїв Інтернет речей	54	16	16	0	20	34	4	2	0	28
Загалом	180	52	52	0	76	180	10	10	0	160
Підсумковий контроль – залік, екзамен										

5. ТЕХНІЧНЕ Й ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ / ОБЛАДНАННЯ

Здобувачі отримують теми та питання курсу, основну і додаткову літературу, рекомендації, завдання та оцінки за їх виконання як традиційним шляхом, так і з використанням платформ онлайн навчання на основі інформаційних систем Moodle або Google Classroom. Практичні навички у пошуку та аналізу інформації за курсом, з оформлення індивідуальних завдань, тощо, здобувачі можуть отримувати як за допомогою власного обладнання, так і користуючись університетськими комп'ютерними класами та бібліотекою.

Для виконання практичних робіт рекомендовано використання спеціалізованих IDE (Integrated Development Environment) MPLAB, MPLAB X або MPLAB Xpress, які доступні на сайті компанії Microchip Technology на безоплатній основі. Для перевірки працездатності програмного забезпечення рекомендовано використання розробленої викладачами Міжнародного гуманітарного університету спеціалізованої віртуальної лабораторії PIC_Lab, яка доступна на безоплатній основі на платформах Moodle або Google Classroom разом із іншими матеріалами курсу. Для виконання практичних робіт також можна використовувати і програмне забезпечення інших виробників, наприклад, IAR Embedded Workbench (розробка програмного забезпечення), Proteus або фізичні макети (перевірка працездатності).

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

Назва теми	Кількість годин	
	Денна форма	Заочна форма
Тема 1. Знайомство з мікроконтролерами (поточний контроль: реферат на одну з тем) 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.	18	28
Тема 2. Програмування на мові асемблеру (поточний контроль: реферат на одну з тем) 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).	20	52
Тема 3. Керування апаратними вузлами електронної техніки (поточний контроль: реферат на одну з тем) Спеціалізовані електронні компоненти із логічними рівнями керування (транзистори, тиристори, симистори тощо). Периферійні модулі для забезпечення людино-машинного інтерфейсу (контролери клавіатур, матричних та рідкокристалічних	18	52

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, безпека транспортні засоби, та інші).		
Тема 4. Створення пристроїв Інтернет речей (поточний контроль: реферат на одну з тем) 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.	20	28
Загалом	76	160

7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Види контролю	Складові оцінювання	
	Для екзамену	Для заліку
поточний контроль , який здійснюється у ході: проведення практичних (лабораторних) занять, виконання самостійної роботи, індивідуальних завдань, дослідна робота здобувача тощо.	50%	100%
підсумковий контроль	50%	

Методи діагностики знань (контролю)	фронтальне опитування; наукова доповідь, реферати, усне повідомлення, індивідуальне опитування; робота у групах; ділова гра, розв'язання ситуаційних завдань, кейсів, практичних завдань, залік, екзамен
--	--

8. ОЦІНЮВАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ТА ФАХОВОЇ ПЕРДВИЩОЇ ОСВІТИ ЗА НАВЧАЛЬНУ ДИСЦИПЛІНУ У МІЖНАРОДНОМУ ГУМАНІТАРНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

(поточний контроль, підсумковий контроль, загальний результат оцінювання)

ЕКЗАМЕН

<i>Поточний контроль</i>			
Види роботи	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальний відсоток оцінювання
Систематичність і активність роботи на практичних (лабораторних) заняттях			
1.1. Підготовка до практичних (лабораторних) занять	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час практичних (лабораторних) занять	30
Виконання завдань для самостійного опрацювання			
1.2. Індивідуальне тестування, завдання, підготовка реферату (есе) за заданою тематикою	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Розгляд відповідного матеріалу під час аудиторних занять або ІКР ¹ , перевірка конспектів навчальних текстів тощо	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
Загальний результат оцінювання			100

¹ Індивідуально-консультативна робота викладача зі здобувачами

Поточний контроль знань здобувачів освіти при формі контролю **екзамен** (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 переведу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 6;
- за виконання завдань для самостійного опрацювання (тестування, завдання, підготовка реферату (есе) 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 переведу 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 переведу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 2.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗА ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ

- «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 студента мають фрагментарний, поверховий характер;
- «4» - оцінюється правильна і обґрунтована відповідь (письмова робота), з якої видно, що студент 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 ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ЗА ІСПИТ (максимум 50 балів)

Рівень знань оцінюється:

- від 40 до 50 балів - студент виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки;
- 30 до 40 балів - студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за

допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді;

- 20 - 30 балів - студент 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.
- 10 - 20 балів - володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих;
- 0 - 10 балів - володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки.

ЗАЛІК

<i>Поточний контроль</i>			
Види роботи	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальний відсоток оцінювання
Систематичність і активність роботи на практичних (лабораторних) заняттях			
1.1. Підготовка до практичних (лабораторних) занять	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час практичних (лабораторних) занять	60
Виконання завдань для самостійного опрацювання			
1.2. Індивідуальне тестування, завдання, підготовка реферату (есе) за заданою тематикою	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Розгляд відповідного матеріалу під час аудиторних занять або ІКР ² , перевірка конспектів навчальних текстів тощо	20
Виконання індивідуальних завдань, дослідна робота здобувача			

² Індивідуально-консультативна робота викладача зі здобувачами

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.	20
Разом балів за поточний контроль			100
Загальний результат оцінювання			100

Поточний контроль знань здобувачів освіти при формі контролю **залік** (максимум 100 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 60 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості практичних (лабораторних) занять, для переведу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 12;
- за виконання завдань для самостійного опрацювання (тестування, завдання, підготовка реферату (есе) за заданою тематикою) (максимум 20 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості програмного матеріалу, що виноситься на самостійне вивчення, для переведу зазначених балів середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 4;
- за інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовку наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо (максимум 20- балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості інших видів індивідуальних завдань, для переведу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 4.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗА ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ

- «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 студента мають фрагментарний, поверховий характер;
- «4» - оцінюється правильна і обґрунтована відповідь (письмова робота), з якої видно, що студент 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.

9. КРИТЕРІЇ ЗАГАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ

(для екзамену / заліку)

Рівень знань оцінюється:

- «відмінно» / «зараховано» А - від 90 до 100 балів. Студент виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки. Був присутній на лекціях та семінарських заняттях, під час яких давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат (есе) за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;
- «добре» / «зараховано» В - від 82 до 89 балів. Студент 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 семінарських заняттях, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат (есе) за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;
- «добре» / «зараховано» С - від 74 до 81 балів. Студент 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. Студент був присутній не на всіх лекціях та семінарських 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, рефератів (есе);
- «задовільно» / «зараховано» E - від 60 до 63 балів. Студент був присутній не на всіх лекціях та семінарських 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. Студент 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. Студент не володіє навчальним матеріалом.

ТАБЛИЦЯ ВІДПОВІДНОСТІ ЗАГАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ЗА РІЗНИМИ ШКАЛАМИ

100-бальною шкалою	Шкала за ECTS	За національною шкалою	
		екзамен	залік
90-100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	
74-81	C		
64-73	D		
60-63	E		
35-59	Fx	Задовільно	Не зараховано
1-34	F		

10. ДОТРИМАННЯ ВИМОГ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

Викладання та засвоєння навчальної дисципліни передбачає неухильне дотримання вимог академічної доброчесності, яка регулюється Законом України “Про освіту” (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 37-38, ст.2004), «Методичними рекомендаціями для закладів вищої освіти з підтримки принципів академічної доброчесності» (Лист МОН № 1/9-650 від 23.10.18 року), іншими нормативними документами. Зокрема, основні засади дотримання академічної доброчесності визначено у «Положенні про академічну доброчесність у Міжнародному гуманітарному університеті», «Кодексі академічної доброчесності Міжнародного гуманітарного університету» та «Інструкції щодо процедури технічної перевірки на наявність текстових запозичень (академічного плагіату)», затвердженій наказом МГУ від 03.05.2024 р., № 708а.

Відповідно до ст.42 Закону України “Про освіту” академічна доброчесність - це сукупність етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та/або наукових (творчих) досягнень.

Дотримання академічної доброчесності передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;

- надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

11. 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, Центральноукраїн. 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. Політехника. 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 Ejoro. PIC Experiments Lab Book with PIC18F2431 and XC8. Великобританія, Amazon Digital Services LLC - KDP Print US, 2020. 220 p. ISBN: 9798690803094.
9. 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>