


НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та робототехніки
Кафедра автоматичної, електроніки та телекомунікацій



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор із науково-педагогічної та
навчальної роботи

 А.М. Мартиненко

2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА ТА ПРОГРАМУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ»

(назва навчальної дисципліни)

підготовки магістра

(назва ступеня вищої освіти)

спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка

(код і назва спеціальності)

Полтава
2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Мікропроцесорна техніка та програмування мікроконтролерів» для студентів спеціальності **172 Електронні комунікації та радіотехніка**, другого (магістерського) рівня вищої освіти. Складена відповідно до освітньої програми «Телекомунікаційні системи та мережі», 2024 року.


Розробник: Галай В.М., к.т.н., доцент кафедри автоматичної, електроніки та телекомунікацій

Погоджено:

Гарант освітньої програми  Олександр ШЕФЕР

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри автоматичної, електроніки та телекомунікацій

Протокол від «19» серпня 2024 року № 1

Завідувач кафедри автоматичної, електроніки та телекомунікацій  Олександр ШЕФЕР

«19» серпня 2024 року

Схвалено навчально-методичною комісією інституту (факультету)

Протокол від «19» серпня 2024 року № 1

Голова навчально-методичної комісії  Олександр ШЕФЕР

«19» серпня 2024 року

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		форма навчання	
		денна	дистанційна
Кількість кредитів – 4	<u>17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації</u> (шифр і назва)	<i>вибіркова</i>	
Загальна кількість годин – 120			
Модулів – 1	Спеціальність <u>172 Електронні комунікації та радіотехніка</u>	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 1		1-й	1-й
		Семестр	
Індивідуальні завдання – не передбачено	Ступінь вищої освіти: <u>магістр</u>	2-й	2-й
		Лекції	
18 год.		0 год.	
Практичні, семінарські			
22 год.		0 год.	
Лабораторні			
0 год.		0 год.	
Самостійна робота			
80 год.		120 год.	
Індивідуальна робота:			
–			
Вид контролю:			
диференційований залік			

Примітка.

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

для денної форми навчання – 40/80

для дистанційної форми навчання – 0/120

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Полягає у засвоєнні студентами знань про проектування і експлуатацію цифрових систем керування і контролю на основі сучасних мікроконтролерних засобах; формування знань з питань теорії, принципів побудови і функціонування основних технічних засобів на базі програмованих логічних контролерів і умовах їх застосування в телекомунікаційних системах; розвиток навиків, необхідних для вирішення задач в області телекомунікаційних систем, що вбудовуються, з використанням програмованих мікроконтролерів та ПЛК; знайомство з особливостями платформ прототипування та алгоритмами керування широким спектром периферійних пристроїв; засвоєння основних принципів і методів програмування мовою CFC.

Навчальна дисципліна використовується для формування наступних компетентностей, передбачених ОПП.

Загальні компетентності:

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях.

Здатність спілкуватися іноземною мовою.

Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій у професійній діяльності.

Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

Здатність постійно вдосконалювати професійні навички й бути сучасно навченим.

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Здатність здійснювати збір, аналіз науково-технічної інформації, вітчизняного і зарубіжного досвіду по тематиці дослідженнях.

Формулювати (у формі презентацій або звітів) нові проекти та наукові задачі досліджень в ІТ-галузі, вибирати належні напрями та відповідні методи для їх розв'язання, беручи до уваги наявні ресурси.

Здатність захищати інтелектуальну власність, дотримуватися правових і етичних норм з питань інтелектуальної власності.

Здатність будувати відповідні моделі телекомунікаційних систем та мереж.

Здатність застосовувати сучасні технології та інструментальні засоби в задачах галузі.

Здатність розробляти та впроваджувати телекомунікаційні системи та програмні додатки, а також використовувати існуючі.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Вивчення дисципліни ґрунтується на попередньо опанованій дисципліні «Інтелектуальна власність та ліцензування програмного забезпечення».

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

Відповідно до ОПП результати навчання з дисципліни мають бути такими:

Застосовувати перспективні методи дослідження та розв'язання професійних завдань на основі знань про світові тенденції розвитку телекомунікаційної техніки та ІТ.

Застосовувати навички в розумінні наукових робіт в ІТ-сфері та інфокомунікаціях і відслідковувати найновіші досягнення в галузі телекомунікаційних систем та мереж, спілкуючись із колегами.

Застосовувати знання для пошуку відповідних науково-технічних джерел, що мають відношення до задач досліджень інфокомунікацій, які необхідно розв'язати.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання є досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом вивчення навчальної дисципліни.

Мінімальний поріг рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати в мінімальну позитивну оцінку числової (рейтингової) шкали.

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
90 – 100	А	Відмінно	Здобувач демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях. Власні пропозиції Здобувача в оцінках і вирішенні практичних задач підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін.	Високий , щоповністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни.
82 – 89	В	Добре	Здобувач демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати теоретичні положення при вирішенні практичних задач, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною.	Достатній , що забезпечує Здобувачу самостійне вирішення основних практичних задач.
74 - 81	С	Добре	Здобувач загалом добре володіє матеріалом, знає основні положення матеріалу, що відповідають робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та використовує для рішення характерних/типових практичних завдань на професійному рівні. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають ускладнення.	Достатній , конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни.
64 - 73	Д	Задовільно	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постанову стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. Розуміє основні положення, що є визначальними в курсі, може вирішувати подібні завдання тим, що розглядалися з викладачем, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усунути за допомогою викладача.	Середній , що забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни.
60 – 63	Е	Достатньо	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постанову стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. володіє основними положеннями на рівні,	Середній , що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни.

			який визначається як мінімально допустимий. Правила вирішення практичних завдань з використання м основних теоретичних положень пояснюються з труднощами. Виконання практичних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	
35 - 59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання екзамену/ заліку	Здобувач може відтворити окремі фрагменти з курсу. Незважаючи на те, що програму навчальної дисципліни Здобувач виконав, працював він пасивно, його відповіді під час практичних і лабораторних робіт в більшості є невірними, необґрунтованими. Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у здобувача відсутні.	Низький, не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни.
0 – 34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Здобувач повністю не виконав вимог робочої програми навчальної дисципліни. Його знання на підсумкових етапах навчання є фрагментарними. Здобувач не допущений до здачі екзамену/заліку.	Незадовільний, Здобувач не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює мета та завдання дисципліни.

6. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є такі:

- диф. залік;
- виконання завдань на практичних заняттях.

7. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Сучасні мікроконтролерні системи керування

Тема 1. Вступ. Введення в мікроконтролери: історія, класифікація.

Поняття мікроконтролера. Історія виникнення і розвитку. Основні визначення. Класифікація мікропроцесорних контролерів (МПК). Класифікація одно кристалних мікроконтролерів (ОМК). Основні архітектури процесорів ОМК. Класифікація мікропроцесорних систем.

Тема 2. Архітектура, види пам'яті, технології виготовлення.

Загальна структура мікропроцесорного пристрою для систем управління. Структура програмного забезпечення МПП. Типи пам'яті мікроконтролерів. Корпуси мікросхем. Технології виготовлення кристалів. Живлення МПК. Споживана потужність. Підключення живлення. Запуск (скидання в початковий стан).

Тема 3. Апаратні засоби: тактування системи, програмний лічильник, АЛП, таймери, переривання.

Тактування системи. Командні цикли. Програмний лічильник. Арифметико-логічний пристрій (АЛП). Сторожові таймери. Підпрограми і функції. Переривання. Таймери. Практичне заняття №1.

Тема 4. Порти вводу-виводу. Паралельний та послідовний обмін даними. Синхронний та асинхронний обмін.

Паралельне введення-виведення даних. Послідовне введення-виведення даних. Асинхронний послідовний обмін. Синхронний послідовний обмін. Протокол MICROWIRE. Протокол SPI.
Практичне заняття № 2.

Тема 5. Мережі. Аналоговий ввід-вивід. Програмування та налагодження.

Мережі. Протокол I2C. Протокол CAN. Аналогове введення-виведення. Ведені пристрої. Програмування пристроїв. Безпека пам'яті програм. Інтерфейси налагодження.
Практичне заняття № 3.

Тема 6. Основні типи інтерфейсів з периферією.

Придушення «дзвону» контактів. Підключення світлодіодів. Багатосегментні світлодіодні індикатори. Матрична клавіатура. Рідкокристалічні індикатори. Керування ДПС, реле, кроковим двигуном, сервоприводом. RS-232. Генерація випадкових чисел.
Практичне заняття №4.

Тема 7. Розробка додатків: CFC.

Система команд AVR. Команди пересилання даних. Команди арифметичних і логічних операцій. Команди розгалуження. Бітові команди і команди тестування бітів.
Практичне заняття №5.

Тема 8. Розробка додатків: LD

Ввідні поняття. Структура програми. Типи даних, змінні, константи. Функції. Структури. Вказівники і адреса змінних. Масиви і рядки. Оператори розгалуження. Циклічні конструкції. Стандарти функції вводу/виводу. Директиви препроцесора. Обробка переривань. Виконання асемблерного коду.
Практичне заняття №6.

Тема 9. Характерні особливості програмованого логічного контролера. Входи і виходи ПЛК.

Призначення, структура, принцип дії програмованих логічних контролерів. Дискретні і аналогові входи та виходи, їх основні характеристики.
Практичне заняття №7.

Тема 10. Режим реального часу і обмеження на застосування ПЛК. Робочий цикл. Час реакції.

Характеристики систем м'якого і жорсткого реального часу, особливості розробки програм для них. Робота з швидкими сигналами. Структура робочого циклу и призначення кожної з його фаз. Час сканування. Визначення часу реакції контролера на подію, зменшення часу реакції за рахунок використання задач, і оптимізації програмного коду.
Практичне заняття №8, 9.

Тема 11. Конструктивні особливості ПЛК. Системне програмне забезпечення.

Моноблочні, модульні, розподілені, багатопроцесорні архітектури логічних контролерів. Мезонінна технологія побудови контролерів. Програмні контролери. Склад, призначення, основні функції операційної системи логічних контролерів. Контроль довжини робочого циклу.
Практичне заняття №10, 11.

8. Структура навчальної дисципліни для денної форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Денна форма				
	усього	у тому числі			
л		п	лаб	інд.	с.р.
Змістовий модуль 1. Технологія розробки комп'ютерних програм					
Тема 1. Вступ. Введення в мікроконтролери: історія, класифікація.	6	2			4
Тема 2. Архітектура, види пам'яті, технології виготовлення.	4				4
Тема 3. Апаратні засоби: тактування системи, програмний лічильник, АЛП, таймери, переривання.	6	2	2		4
Тема 4. Порти вводу-виводу. Паралельний та послідовний обмін даними. Синхронний та асинхронний обмін.	12		2		10
Тема 5. Мережі. Аналоговий ввід-вивід. Програмування та налагодження.	14	2	2		10
Тема 6. Основні типи інтерфейсів з периферією.	14	2	2		10
Тема 7. Розробка додатків: CFC	14	2	2		10
Тема 8. Розробка додатків: LD	14	2	2		10
Тема 9. Характерні особливості програмованого логічного контролера. Входи і виходи ПЛК.	16	2	2		10
Тема 10. Режим реального часу і обмеження на застосування ПЛК. Робочий цикл. Час реакції.	10	2	4		4
Тема 11. Конструктивні особливості ПЛК. Системне програмне забезпечення.	10	2	4		4
Разом за змістовим модулем 1	120	18	22		80

Для дистанційної форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Дистанційна форма				
	усього	у тому числі			
л		п	лаб	інд.	с.р.
Змістовий модуль 1. Технологія розробки комп'ютерних програм					
Тема 1. Вступ. Введення в мікроконтролери: історія, класифікація.	10				10
Тема 2. Архітектура, види	10				10

пам'яті, технології виготовлення.						
Тема 3. Апаратні засоби: тактування системи, програмний лічильник, АЛП, таймери, переривання.	10					10
Тема 4. Порти вводу-виводу. Паралельний та послідовний обмін даними. Синхронний та асинхронний обмін.	10					10
Тема 5. Мережі. Аналоговий ввід-вивід. Програмування та налагодження.	10					10
Тема 6. Основні типи інтерфейсів з периферією.	10					10
Тема 7. Розробка додатків: CFC	12					12
Тема 8. Розробка додатків: LD	12					12
Тема 9. Характерні особливості програмованого логічного контролера. Входи і виходи ПЛК.	12					12
Тема 10. Режим реального часу і обмеження на застосування ПЛК. Робочий цикл. Час реакції.	12					12
Тема 11. Конструктивні особливості ПЛК. Системне програмне забезпечення.	12					12
Разом за змістовим модулем 1	120					120

9. Перелік питань для семінарських занять

№ з/п	Назва питань	Кількість годин	
		Для денної форми	Для дистанційної форми
	Семінарські заняття не передбачені		

10. Перелік питань для практичних занять

№ заняття	Назва питань	Кількість годин	
		Для денної форми	Для дистанційної форми
1	Система команд мікроконтролерів AVR сімейства Atmega	2	
2	Переривання. Обробка переривань. Зовнішні переривання.	2	
3	Порти вводу/виводу	2	
4	Таймери	2	
5	Аналоговий компаратор	2	
6	Аналогово-цифровий перетворювач	2	
7	Послідовні периферійні інтерфейси SPI та I ² C	2	
8	Данні і змінні ПЛК	2	
9	Структура програмного забезпечення ПЛК	2	
10	Мови МЕК: SFC, IL, ST, LD, FBD	2	

11	Розробка програм для ПЛК	2	
	Усього	22	

11. Перелік питань для лабораторних занять

№ з/п	Назва питань	Кількість годин	
		Для денної форми	Для дистанційної форми
	Лабораторні заняття не передбачені		

12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студента є: закріплення навичок роботи з науково-технічною літературою, вивчення теоретичних та практичних питань із курсу дисципліни, що не вивчалися на аудиторних заняттях, додаткове вивчення питань спеціального програмного забезпечення у задачах електромеханіки. Студент повинен уміти користуватись науково-технічною літературою, державними та міжнародними стандартами, а також самостійно використовувати навички та вміння, одержані при вивченні дисципліни.

Види самостійної роботи студента:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка до практичних занять;
- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій програмі навчальної дисципліни;
- підготовка до виконання модульного контрольного тестування;
- відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафебри);
- підготовка до складання диф. заліку за контрольними питаннями.

Питання для самостійного вивчення студентами

№ з/п	Назва питань	Кількість годин	
		Для денної форми	Для дистанційної форми
1	Знайомство з CodeSys. Найпростіша програма. Робота з пам'яттю.	4	10
2	Підпрограми і переривання. Прапори і умовні переходи.	4	10
3	Розгалуження на індексних переходах. Типові конструкції.	4	10
4	Розробка програм мовою CFC	10	10
5	Розробка програм мовою LD	10	10
6	Розробка програм мовою ST	10	10
7	Керування реверсивним приводом	10	12
8	Автоматизація вугленавантажувального комплексу на основі програмного пакету CoDeSys	10	12
9	Модернізація системи автоматичного завантаження вугілля	10	12
10	Розв'язання задач автоматизації в програмному середовищі «Factory I/O»	4	12
11	Розв'язання задач автоматичного керування на базі програмованого логічного контролера	4	12
	Разом	80	120

13. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Для денної форми	Для дистанційної форми
	Індивідуальні завдання не передбачені		

14. Методи навчання

При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

Словесні та наочні методи навчання використовуються під час лекцій, індивідуальних та групових консультацій, практичні – при проведенні лабораторних занять.

Під час проведення лекцій та лабораторних занять використовуються такі словесні методи як розповідь і пояснення.

До числа наочних методів, які застосовуються при викладанні дисципліни, належать: ілюстрація, демонстрація.

15. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєння студентами навчального матеріалу може здійснюватися шляхом опитування й оцінювання знань студентів під час практичних занять, оцінювання виконання студентами самостійної роботи, проведення і перевірки письмових контрольних робіт, тестування або в ході індивідуальних співбесід зі студентами під час консультацій. Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань студентів до їхнього відома на першому практичному занятті. Модульний контроль є частиною поточного контролю і має на меті перевірку засвоєння студентом певної сукупності знань та вмінь, що формують відповідний модуль. Він реалізується шляхом проведення спеціальних контрольних заходів (у формі тестування чи написання студентами контрольних робіт), проводиться наприкінці кожного змістового модулю за рахунок аудиторних занять, під час групових консультацій або ж за рахунок часу, відведеного на самостійну роботу студентів. На підставі результатів модульного контролю здійснюється міжсесійний контроль (атестація).

Підсумковий контроль здійснюється у формі диф. заліку.

16. Розподіл балів, які отримують студенти

Кількість балів за темами розподіляється таким чином:

Поточне оцінювання, тестування та самостійна й індивідуальна робота											Диференційований залік	Сума	
Змістовий модуль 1													Індивідуальні завдання
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11			
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	0	30	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

100-бальна рейтингова система оцінювання	Оцінка за шкалою ECTS	Оцінка за національною шкалою для екзамену
90 – 100	A – відмінно	5 – відмінно
82 – 89	B – дуже добре	4 – добре
74 – 81	C – добре	
64 – 73	D – задовільно	3 – задовільно
60 – 63	E – достатньо	

35 – 59	FX – незадовільно з можливістю повторного складання	2 – незадовільно
0 – 34	F – незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них:

– при підсумковому контролі у вигляді диференційованого заліку 70 балів відведено на поточний контроль, а 30 балів – на підсумковий (для допуску до екзамену необхідно мати не менше 35 балів поточної успішності).

1. Поточний контроль. Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином (розподіл орієнтовний):

– робота на лабораторних заняттях (в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять) – до 70 балів.

– Присутність на лекціях не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов'язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене заняття має бути відпрацьоване впродовж двох наступних тижнів, при тривалій відсутності студента на заняттях з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.

– Студент, який повністю виконав програму навчальної дисципліни і отримав достатню рейтингову оцінку (не менше 35 балів у випадку диференційованого заліку), допускається до підсумкового контролю з дисципліни.

2. Підсумковий контроль Підсумковим контролем є диференційований залік. Він здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті імені Юрія Кондратюка»

17. Методичне забезпечення

1. Матеріали до практичних занять з навчальної дисципліни «Мікропроцесорна техніка та програмування мікроконтролерів» для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 172 – Електронні комунікації та радіотехніка / Укладач: Галай В.М. – Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2024. 15 с.

2. Матеріали до самостійної роботи з навчальної дисципліни «Мікропроцесорна техніка та програмування мікроконтролерів» для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 172 – Електронні комунікації та радіотехніка / Укладач: Галай В.М. – Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2024. 5 с.

18. Рекомендована література

Обов'язкова

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. Сіделев М. І. Програмування спеціалізованих мікроконтролерних та вбудованих комп'ютерних систем для засобів автоматизації : навчальний посібник / М. І. Сіделев, В. М. Запальський, О. Є. Беліков. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2023. – 96 с.
3. Електроніка та мікропроцесорна техніка : підручник. Ч. 2. Мікропроцесорні системи [Електронний ресурс] / А. О. Новацький. – Електронні текстові дані (1 файл: 20,2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2023. – 489с.
4. Галкін П. В., Ключник І. І. Програмування ПЛК в CODESYS : навчальний посібник. Харків: ФОП Панов А. М., 2019. 92 с.

5. Куцик А.С. Автоматизовані системи керування на програмованих логічних контролерах. Навчальний посібник/ Куцик А.С., Місюренко В.О. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. - 200 с.

Допоміжна

1. Мікропроцесорна техніка: Електронний підручник / В.Я. Жуйков, Т.О. Терещенко, Ю.С. Ямненко, А.В.Заграничний ; відп. ред. О.В. Борисов. 2016. – 440 с.
2. Спеціалізовані мікроконтролерні системи. Теорія і практика: Підручник / Є. І. Сокол, І. Ф. Домнін, О. М. Рисований та ін. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2007. – 252 с.
3. Introduction to Microcontrollers. Gunther Gridling, Bettina Weiss. – Vienna University of Technology, режим доступу:
http://paginas.fisica.uson.mx/horacio.munguia/aula_virtual/Recursos/Microcontroller_02.pdf – 103 p.

19. Інформаційні ресурси

1. Сторінка курсу на платформі Moodle: Режим доступу:
<https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=6301>
2. How to learn plc programming. URL: <https://www.iipdglobal.com/blog/how-to-learn-plc-programming/>
3. The Ultimate PLC Programming Starter Guide: <https://www.solisplc.com/what-is-plc-programming>