

Інженерний науково-навчальний інститут  
Запорізького національного університету

(повне найменування вищого навчального закладу)

(повне найменування інституту, до якого належить кафедра – розробник програми)

Кафедра Мікроелектронних, електронних та інформаційних систем

(повне найменування кафедри – розробника програми)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан факультету ЕЕІТ

В.Л. Коваленко

(підпис)

(ПІБ)

“ ” 20\_\_ року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Промислові контролери**

(назва навчальної дисципліни)

галузь знань:

17 Електроніка та телекомунікації

(шифр та найменування галузі знань)

спеціальність:

171 Електроніка

(код та найменування спеціальності)

освітньо-кваліфікаційний рівень:

другий (магістерський)

за освітньою програмою:

171.00.11 Електроніка

(назва освітньої програми (для ОКР магістр))

2020

Робоча програма навчальної дисципліни «Промислові контролери» для студентів, що навчаються за спеціальністю 171 «Електроніка» другого (магістерського) освітньо-кваліфікаційного рівня.

Розробник: Шмалій С.Л., к.т.н., доц. кафедри ЕС

\_\_\_\_\_ (підпис)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри ЕС

Протокол від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 202\_ року № \_\_\_\_\_

Зав. кафедри Електронних систем

\_\_\_\_\_ (підпис)

Т.В. Критська

### 1 Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації» (шифр і назва)	Вибіркова	
Модулів – 4			
	Спеціальність:  <u>171 «Електроніка»</u> (шифр і назва)	Рік підготовки	
		1-й	1-й
(назва)		Семестр	
		1-й	1-й
Загальна кількість годин – 120		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: 10	Освітньо-кваліфікаційний рівень <u>другий (магістерський)</u>	24	6
аудиторних – 3		Практичні, семінарські	
самостійної роботи студента – 7		Лабораторні	
		24	6
		Самостійна Робота	
		72	108
		Індивідуальні завдання:	
		Вид контролю:	
	Залік/1	Залік/1	

## 2 Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета** дисципліни «Промислові контролери» є засвоєння знань про найбільш поширені технічні засоби мікропроцесорної техніки – промислових контролерів, які використовуються у системах управління виробничими процесами, набуття практичних навичок по вибору технічної структури та розробці алгоритмічного та програмного забезпечення мікропроцесорних систем автоматизації

**Завдання** дисципліни є оволодіння засобами побудови структур управління технологічними процесами на основі промислових контролерів; засвоєння методології автоматизованої розробки програмного забезпечення систем автоматизації і управління; навчитися використовувати сучасні засоби розробки і проектування програмного забезпечення, а також методології проектування і нормативну документацію для набуття навичок створення якісного програмного забезпечення систем автоматизації і управління; забезпечення теоретичної підготовки в області розробки і проектування програмного забезпечення засобів і систем автоматизації і управління.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

### **знати:**

- основні принципи побудови мікроконтролерів;
- особливості взаємодії основних елементів мікроконтролера;
- принципи побудови промислових контролерів;
- інструменти програмування та мови програмування промислових контролерів;
- принципи побудови автоматизованих систем управління на основі програмованих промислових контролерів.

### **вміти:**

- проектувати системи управління на базі ПЛК;
- програмувати ПЛК;
- проектувати системи автоматичного та автоматизованого керування на базі програмованих промислових контролерів;
- алгоритмізувати базові завдання теорії автоматичного управління;
- розробляти програмне забезпечення промислових контролерів із застосуванням сучасних засобів розробки і мов програмування;
- реалізовувати алгоритми управління на базі промислових контролерів.

## 3 Програма навчальної дисципліни

### **Модуль 1. Базові поняття про промислові програмовані логічні контролери**

Тема 1. Сфери застосування ПЛК. Основні елементи структури ПЛК. ПЛК як керуюча мікро-ЕОМ з відповідними блоками. Особливості організації інтерфейсу. Робота програми. Технічні характеристики ПЛК різних фірм.

Тема 2. Види сигналів і сполучення ПЛК із зовнішніми пристроями. Цифрові та аналогові сигнали. Форми подання аналогових сигналів. Струмові

сигнали. Вхідні і вихідні ланцюги ПЛК. Різновиди датчиків і приймачів сигналів. Розрахунок ланцюгів сполучення. Виконання вихідних ланцюгів датчиків сигналів. Питання фізичного підключення датчиків і приймачів сигналів. Розрахунок елементів ланцюгів, що узгоджують.

## **Модуль 2. Мови МЕК 61131-3 промислових програмованих логічних контролерів**

Тема 3. Приклади застосування ПЛК. Підготовка вихідних даних. Приклад підготовки вихідних даних для найпростіших випадків застосування ПЛК - поповнюваний резервуар, бойлер та ін. Внутрішня архітектура систем на базі ПЛК.

Тема 4. Огляд мов і середовищ програмування ПЛК. Особливості програмування ПЛК для реальних завдань. Взаємна відповідність і форми складання програм в різних базисах. Програмування на мові РКС і списку інструкцій. Призначення символів входах і виходах. Використання маркерів, таймерів, лічильників та інших елементів структури. Список інструкцій і його відповідність командам мови релейно-контактних схем. Програмування методом ФБД. Підготовчі операції і осмислення алгоритму роботи контролера. Основні функціональні блоки програми. Обробка аналогових сигналів.

## **Модуль 3. Організація зовнішніх зв'язків систем на основі ПЛК**

Тема 5. Сучасні засоби розробки і проектування програмного забезпечення систем автоматизації та управління. Опис середовищ програмування. Основні блоки. Програмування в середовищі Siemens.. Налагодження та програмування контролерів в середовищі програмування CoDeSys. Методи налагодження програм.

Тема 6. Стандарти засобів зв'язку цифрових мікропроцесорних систем управління з програмованими контролерами і керуючими ЕОМ. Організація зв'язку контролерів з периферійними пристроями (зовнішній інтерфейс). Сполучення цифрових і аналогових пристроїв. Використання аналого-цифрових і цифро-аналогових перетворювачів в системах з програмованими логічними контролерами. Послідовний і паралельний інтерфейси. Програмований інтерфейс. Система переривань. Програмне введення-виведення.

## **Модуль 4. Класифікація апаратних і програмних засобів мікропроцесорних систем управління**

Тема 7. Програмна реалізація алгоритмів керування в автоматизованих системах на базі ПЛК. Класифікація апаратних і програмних засобів мікропроцесорних систем управління. Схема взаємодії контролера і об'єкта управління. Основні операції: введення, переробка інформації, висновок сигналів управління, поняття про переривання програми. Приклади розробки принципів функціонування систем з програмованими логічними контролерами - ескізне проектування на рівні блок-схем і переліку основних операцій з

організації циклу управління і контролю. Структура приводу з цифровими регуляторами на базі програмованих логічних контролерів; програмна реалізація регуляторів.

#### 4 Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин										
	денна форма						заочна форма				
	усього	у тому числі					усього	у тому числі			
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.
<b>Модуль 1 - Базові поняття про промислові програмовані логічні контролери.</b>											
Тема 1	15	2		1		9	15				9
Тема 2	15	2		1		7	15	1		1	9
<b>Усього годин</b>	<b>30</b>	<b>4</b>		<b>2</b>		<b>16</b>	<b>30</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>27</b>
<b>Модуль 2 - Мови МЕК 61131-3 промислових програмованих логічних контролерів.</b>											
Тема 3	15	2		2		8	15	1			14
Тема 4	15	2		4		8	15	1		1	13
<b>Усього годин</b>	<b>30</b>	<b>4</b>		<b>6</b>		<b>16</b>	<b>30</b>	<b>2</b>		<b>1</b>	<b>27</b>
<b>Модуль 3 - Організація зовнішніх зв'язків систем на основі ПЛК.</b>											
Тема 5	15	4		4		8	15	1			12
Тема 6.	15	4		2		8	15	1		2	12
<b>Усього годин</b>	<b>30</b>	<b>8</b>		<b>6</b>		<b>16</b>	<b>30</b>	<b>2</b>		<b>2</b>	<b>24</b>
<b>Модуль 4 - Класифікація апаратних і програмних засобів мікропроцесорних систем управління.</b>											
Тема 7.	30	8		10		24	30	1		2	30
<b>Усього годин</b>	<b>30</b>	<b>8</b>		<b>10</b>		<b>24</b>	<b>30</b>	<b>1</b>		<b>2</b>	<b>30</b>
<b>Разом</b>	<b>120</b>	<b>24</b>		<b>24</b>		<b>72</b>	<b>120</b>	<b>6</b>		<b>6</b>	<b>108</b>

#### 5 Теми семінарських занять

№ модуля	Назва теми	Кількість годин денна форма	Кількість годин заочна форма

(робочим навчальним планом не передбачені)

#### 6 Теми практичних занять

<b>№ модуля</b>	<b>Назва теми</b>	<b>Кількість годин денна форма</b>	<b>Кількість годин заочна форма</b>
-----------------	-------------------	------------------------------------	-------------------------------------

(робочим навчальним планом не передбачені)

### 7 Теми лабораторних занять

<b>№ модуля</b>	<b>Назва теми</b>	<b>Кількість годин денна форма</b>	<b>Кількість годин заочна форма</b>
1	Ознайомлення з входами і виходами ПЛК	2	1
2	Мови та засоби програмування ПЛК	4	1
3	Виконання проекту по індивідуальному завданню	18	4
	<b>Разом</b>	<b>24</b>	<b>6</b>

### 8 Самостійна робота

<b>№ модуля</b>	<b>Зміст самостійної роботи</b>	<b>Кількість годин, денна форма</b>	<b>Кількість годин, заочна форма</b>
1	Опрацювання теоретичного матеріалу	14	20
1	Підготовка до тестування за Т1-3	2	3
1	Захист ЛР	2	2
2	Опрацювання теоретичного матеріалу	14	22
2	Підготовка до тестування за Т4-6	2	3
2	Захист ЛР	2	2
3	Опрацювання теоретичного матеріалу	14	21
3	Підготовка до тестування за Т7-9	2	3
3	Захист ЛР	2	2
4	Підготовка до заліку	18	30
	<b>Разом</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

### 9 Індивідуальні завдання

(робочим навчальним планом не передбачені)

### 10 Методи навчання

При проведенні консультацій з дисципліни використовується поєднання таких наочних і словесних методів навчання як ілюстрація, розповідь, пояснення, демонстрація. Використовуються методи роботи у групах, виконання тренувальних та розрахункових робіт.

### 11 Методи контролю

В ході виконання завдань модулів студенту пропонується:

- вивчити теоретичний матеріал модуля;
- здійснити перевірку отриманих знань шляхом комп'ютерного тестування;
- зробити, оформити та захистити виконані лабораторні роботи.

Передбачено, що для модулів 1-3 значення максимальної рейтингової оцінки складає 60 балів.

Сумарний рейтинговий бал за період вивчення дисципліни «Промислові контролери» складає 100 балів.

### 12 Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота	Модуль 1	T1-T2	20	20
	Модуль 2	T3-T4	20	20
	Модуль 3	T5-T6	20	20
	Модуль 4	T7	40	
Всього			100	

T1, T2 ... T7 – теми модулів 1-4.

### Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
<b>90</b> – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82 - 89	<b>B</b>	добре	
<b>74</b> - 81	<b>C</b>		
64 - 73	<b>D</b>		
<b>60</b> - 63	<b>E</b>	задовільно	
<b>35</b> - 59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0 - 34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### 13 Перелік питань, які виносяться на залік

1. Пристрій програмованого промислового контролера (ПЛК).
2. Базові апаратні засоби програмованих контролерів.
3. Розширення функціональних можливостей апаратних засобів.
4. Поняття циклу ПЛК.



5. Периферійні пристрої ПЛК.
6. Входи і виходи ПЛК.
7. Мережеві інтерфейси ПЛК.
8. Аналогові сигнали і їх характеристики.
9. Стандартні аналогові сигнали.
10. Параметри каналів аналогового введення ПЛК.
11. Функції аналогових вихідних сигналів в АСУ ТП.
12. Організація виведення аналогових сигналів в ПЛК.
13. Стандартні дискретні сигнали, що застосовуються в промисловості.
14. Організація введення дискретних сигналів в ПЛК.
15. Стандартні типи дискретних виходів.
16. Організація виводу дискретних сигналів в ПЛК.
17. Підсилювальні і комутаційні пристрої промислових контролерів.
18. Число-імпульсні та частотні сигнали і їх застосування в системах збору даних.
19. Швидкодіючі рахункові входи ПЛК.
20. Призначення інтелектуальних модулів в системах ПЛК.
21. Структурна організація інтелектуального модуля вводу-виводу.
22. Стандарти передачі даних в промислових мережах ПЛК.
23. Мережеві протоколи, реалізовані в ПЛК.
24. Типові структури розподілених АСУ ТП на базі ПЛК.
25. Структура засобів людино-машинного інтерфейсу ПЛК.
26. Попереджувальна і аварійна сигналізація.
27. Організація інтерфейсу оператора із застосуванням графічних панелей.
28. Вимоги та норми надійності в системах з ПЛК.
29. Резервування в системах з ПЛК.
30. Автоматична діагностика ПЛК.
31. Організація електроживлення промислових систем управління.
32. Організація захисного заземлення в промислових системах управління.
33. Категорії іскро- і вибухобезпеки промислового обладнання.
34. Захисні виконання ПЛК.
35. ПЛК в системах технологічних захистів.
36. Обмін даними з ПЛК в SCADA системі.
37. Інтерфейси ПЛК в системах диспетчерського рівня.
38. Контроль роботи ПЛК в системах диспетчерського рівня.
39. Параметри, що визначають вибір структури автоматизованої системи.
40. Критерії оцінки промислових контролерів.
41. Мови програмування ПЛК стандарту МЭК 61 131.  
Стандартизація мов програмування ПЛК.
42. Засоби програмування ПЛК.
43. Структура програмного забезпечення програмованих контролерів.
44. Базові засоби мови релейно-контакторних схем.
45. МЭК 61131. Діаграми SFC.
46. МЭК 61131. Список інструкцій IL.
47. МЭК 61131. Структурований текст ST.

48. МЕК 61131. Релейні діаграми LD.
49. МЕК 61131. Функціональні блоки FBD.
50. Дистанційне керування на базі ПЛК.
51. Програмне логічне керування на базі ПЛК.
52. Технологічні захисту і блокування в системах ПЛК.
53. Пропорційно-інтегрально-диференціальний регулятор в дискретної формі.
54. Реалізація алгоритмів регулювання на ПЛК.
55. Проведення експерименту на об'єкті під управлінням ПЛК.
56. Алгоритми автоматичної настройки регуляторів на об'єкті.
57. Комбінаторна і подієво-керована логіка.
58. Інструментальні засоби програмування.
59. Пульти керування, операторські панелі, панельні комп'ютери як засобу організації людино-машинного інтерфейсу.
60. Системні шини РС-сумісних комп'ютерів.

#### **14 Методичне забезпечення**

1. Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації [Текст] : підручник для вчз : [рек. М-вом освіти і науки, молоді та спорту України] / А. М. Ніколаєнко, Н. О. Міняйло ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2011. - 443 с. : іл.
2. Програмно-технічні комплекси засобів автоматизації [Текст] : Навч.-метод. посібник для студ. ЗДІА спец. 7.092501 "АУТП" / Н. О. Міняйло, А. М. Ніколаєнко ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2008. - 217 с. : іл.
3. Програмно-технічні комплекси засобів автоматизації [Текст] : метод. вказівки до лабораторних робіт для студ. ЗДІА спец. 7.092501, 8.092501 "АУТП" / Н. О. Міняйло ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2012. - 52 с. : іл.
4. Автоматизовані системи контролю. [Текст] : Методичні вказівки до лабораторних робіт. Для студ. ЗДІА спец. 6.092501 "АУТП" ден. та заоч. форм навчання / Н. О. Міняйло ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2004. - 39 с. : іл.
5. Проектування АСУ ТП: Методичні вказівки до лабораторних робіт [Текст] : Для студ. ЗДІА спец. 6.092501 "АУТП" ден. та заоч. форм навчання / М. Ю. Пазюк, Н. О. Міняйло ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2004. - 60 с. : іл.

#### **15 Рекомендована література**

##### **Базова:**

1. Парр, Э. Программируемые контроллеры: руководство для инженера / Э. Парр. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 516 с. – ISBN 978-5-94774-340-1
2. Минаев, И.Г. Программируемые логические контроллеры: практическое руководство для начинающего инженера / И.Г. Минаев, В.В. Самойленко. – Ставрополь: Аргус, 2010. – 128 с. – ISBN 978-5-9596-0670-1
3. Петров И. В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / Петров И. В. ; под ред. В.П.Дьяконова. - М. : СОЛОН-Пресс, 2007. - 256 с.

4. Хартов, В.Я. Микропроцессорные системы [Текст]: учебное пособие для студ. высш. проф. образования / В.Я. Хартов. – М. : Издательский центр «Академия», 2010. – 352 с. (30)

5. Водовозов А. М. Элементы систем автоматики : учеб. пособие для вузов / Водовозов А. М. ; . - 2-е изд., стер.. - М. : Академия, 2008. - 224 с.

6. Павловская Т.А. С/С++. Программирование на языке высокого уровня. Учебник для вузов / Т.А. Павловская. – СПб.: Питер, 2008. – 461 с.: ил.

7. Многоканальные системы передачи и линии связи. Программное обеспечение телекоммуникационного оборудования формирования цифровых сигналов : учеб. пособие для высш. военного командного училища связи / Велегура В. А., Латышев О. В., Рыжов М. В., Платонов С. Н., Большаков В. А.; М-во обороны РФ. - Новочеркасск : Изд-во НВВКУС, 2008. - 71 с.

#### Допоміжна:

8. Серия ПК модели MELSEC FX. Программируемый контроллер FX1S, FX1N, FX2N, FX2NC [ЭР]: каталог/ Mitsubishi Electric Industrial Automation. Кат № 153415 (ЭБ).

9. Новиков Ю. В. Основы микропроцессорной техники : учеб. пособие для вузов / Новиков Ю. В. ; Скоробогатов П. К. ; . - 3-е изд., испр.. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний. Интернет-Ун-т Информ. технологий, 2006. - 359 с.

10. Операционная система реального времени QNX Neutrino 6.3 : Системная архитектура : пер. с англ. / . - СПб. : БХВ-Петербург, 2006. - 336 с.

11. Васильев А. Е. Микроконтроллеры. Разработка встраиваемых приложений : учеб. пособие для вузов / Васильев А. Е. ; . - М. : БХВ-Петербург, 2008. - 304 с.

12. Схемотехника электронных систем. Микропроцессоры и микроконтроллеры: учебник / В.И. Бойко и др. – СПб: БВХ-Петербург, 2004. – 464 с.:ил.

13. Павловская Т.А. С++. Объектно-ориентированное программирование: практикум: учеб. пособие для вузов Т.А. Павловская, Ю.А. Щупак. – СПб.: Питер, 2008. – 265 с.: ил.

14. Павловская Т.А. С# Программирование на языке высокого уровня / Т.А. Павловская. – СПб.: Питер, 2012. – 432 с.

15. Ревич Ю. В. Практическое программирование микроконтроллеров Atmel AVR на языке ассемблера / Ревич Ю. В. ; . - СПб. : БХВ-Петербург, 2008. - 384 с.

16. Барретт С. Ф. Встраиваемые системы. Проектирование приложений на микроконтроллерах семейства 68HC12/HCS12 с применением языка С : пер. с англ. / Барретт С. Ф. ; Пак Д. Д.; . - М. : ДМК Пресс, 2007. - 640 с.

17. Васильев А. Е. Микроконтроллеры. Разработка встраиваемых приложений : учеб. пособие для вузов / Васильев А. Е. ; . - М. : БХВ-Петербург, 2008. - 304 с.

18. Палагута К. А. Микроконтроллеры в системах управления современных автомобилей : учеб. пособие для вузов / Палагута К. А. ; Моск. гос. индустр. ун-т. - М. : МГИУ, 2007. - 217 с.

19. Новиков Ю. В. Основы микропроцессорной техники : учеб. пособие для вузов / Новиков Ю. В. ; Скоробогатов П. К. ; . - 3-е изд., испр.. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний. Интернет-Ун-т Информ. технологий, 2006. - 359 с.

20. Ковалев О. Ф. Операционные системы : учеб. пособие для вузов / Ковалев О. Ф. ; Мохов В. А.; ЮРГТУ(НПИ). - Новочеркасск : Изд-во ЮРГТУ(НПИ), 2007. - 112 с.

21. Информационные технологии : метод. указания к лаб. работам : ч.2 / Коваленко Г. М.; ЮРГТУ(НПИ), сост. Г. М. Коваленко. - Новочеркасск : Изд-во ЮРГТУ(НПИ), 2010. - 64 с.

### **16 Інформаційні ресурси**

22. Сайт «Официальный форум пользователей CoDeSys». – Режим доступа: <http://forum-ru.3s-software.com/>

23. Официальный сайт Siemens AG. – Режим доступа: <http://www.siemens.com/entry/ua/ru/>

24. Среда программирования Alpha- Programming © Mitsubishi Electric Corporation (<http://ru3a.mitsubishielectric.com>). All Rights Reserved.

25. Среда разработки AL-PCS/WIN-EU © Mitsubishi Electric Corporation (<http://ru3a.mitsubishielectric.com>). All Rights Reserved.