

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки
(повна назва підрозділу)

Кафедра автоматики
(повна назва кафедри)



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Програмовані логічні контролери у робототехніці
PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLERS IN ROBOTICS

рівень вищої освіти

перший (бакалаврський)

перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни

обов'язкова

обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання

українська

українська/англійська

Робоча програма навчальної дисципліни

«Програмовані логічні контролери
у робототехніці»

(значається повна назва навчальної дисципліни)

є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

(шифр і назва)

спеціальності G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

(шифр і назва)

освітньо-професійна програма

«Автоматика та робототехніка»

(значається повна назва освітньо-професійної програми)

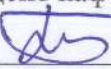
" 11 " квітня 20 25 року. - 17 с.

Розробник: Антон ІВАНОВ, доктор філософії / к.т.н., асистент кафедри автоматки

Розробник  Антон ІВАНОВ, доктор філософії / к.т.н.

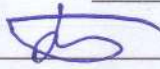
Проект робочої програми навчальної дисципліни «ПРОГРАМОВАНІ ЛОГІЧНІ КОНТРОЛЕРИ У РОБОТОТЕХНІЦІ» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «АВТОМАТИКА ТА РОБОТОТЕХНІКА», Іван БІЛЮК, к.т.н., доцент, доцент кафедри автоматки

Гарант  Іван БІЛЮК, к.т.н., доцент

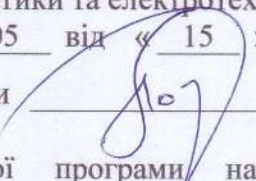
Проект робочої програми навчальної дисципліни «ПРОГРАМОВАНІ ЛОГІЧНІ КОНТРОЛЕРИ У РОБОТОТЕХНІЦІ» розглянуто на засіданні кафедри автоматки

Протокол № 14 від « 17 » квітня 2025 р.

Завідувач кафедри  Іван БІЛЮК, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ПРОГРАМОВАНІ ЛОГІЧНІ КОНТРОЛЕРИ У РОБОТОТЕХНІЦІ» розглянуто Методичною Радою Навчально-наукового інституту автоматки та електротехніки

Протокол № 05 від « 15 » травня 2025 р.

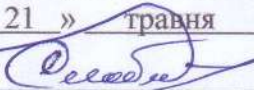
Заступник голови  Сергій НОВОГРЕЦЬКИЙ, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ПРОГРАМОВАНІ ЛОГІЧНІ КОНТРОЛЕРИ У РОБОТОТЕХНІЦІ» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу  Андрій ЛАБАРТКАВА, к.т.н., доцент

Робоча програма навчальної дисципліни «ПРОГРАМОВАНІ ЛОГІЧНІ КОНТРОЛЕРИ У РОБОТОТЕХНІЦІ» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 05 від « 21 » травня 2025 р.

Голова НМР НУК  Сергій СЛОБОДЯН

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. Опис навчальної дисципліни.....	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання.....	6
5. Програма навчальної дисципліни.....	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	12
7. Форми поточного та підсумкового контролю	13
8. Критерії оцінювання результатів навчання	15
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	16
10. Рекомендовані джерела інформації	17

ВСТУП

Анотація

Навчальна дисципліна «Програмовані логічні контролери у робототехніці» спрямована на формування у здобувачів вищої освіти теоретичних знань і практичних навичок щодо застосування програмованих логічних контролерів у складі робототехнічних систем, автоматизованих виробничих комірок та комп'ютерно-інтегрованих технологічних комплексів. Актуальність дисципліни зумовлена широким упровадженням промислових роботів, мехатронних пристроїв, інтелектуальних датчиків, виконавчих механізмів і засобів автоматизованого керування у сучасне виробництво, де програмовані логічні контролери виконують функції координації, контролю, діагностики, захисту та взаємодії між окремими елементами роботизованої системи.

У межах дисципліни розглядаються архітектура та принципи функціонування програмованих логічних контролерів, структура апаратних і програмних засобів ПЛК, особливості підключення дискретних та аналогових сигналів, методи побудови алгоритмів керування технологічними й роботизованими процесами. Особлива увага приділяється стандарту IEC 61131-3, мовам програмування програмованих логічних контролерів, зокрема LD, FBD, ST та SFC, а також практичному застосуванню середовищ програмування й моделювання для створення, налагодження та перевірки керуючих програм.

Дисципліна має прикладний характер і орієнтована на підготовку студентів до розв'язання інженерних задач, пов'язаних із розробленням логіки керування робототехнічними пристроями, формуванням послідовностей роботи виконавчих механізмів, обробкою сигналів від датчиків, реалізацією блокувань, аварійних режимів, алгоритмів пуску, зупинки та діагностики. Вивчення дисципліни сприяє розвитку інженерного мислення, здатності аналізувати структуру автоматизованих систем, розробляти програмні рішення для ПЛК і застосовувати їх у задачах автоматизації та робототехніки.

Ключові слова: автоматизація; виконавчі механізми; датчики; IEC 61131-3; програмовані логічні контролери; робототехніка.

Abstract

The academic discipline “Programmable Logic Controllers in Robotics” is aimed at developing students’ theoretical knowledge and practical skills in the application of programmable logic controllers as part of robotic systems, automated production cells, and computer-integrated technological complexes. The relevance of the discipline is determined by the widespread implementation of industrial robots, mechatronic devices, intelligent sensors, actuators, and automated control tools in modern production, where programmable logic controllers perform the functions of coordination, control, diagnostics, protection, and interaction between individual elements of a robotic system.

Within the discipline, the architecture and operating principles of programmable logic controllers, the structure of PLC hardware and software, the features of connecting discrete and analog signals, and methods for developing control algorithms for technological and robotic processes are studied. Special attention is paid to the IEC 61131-3 standard, PLC programming languages, particularly LD, FBD, ST, and SFC, as well as the practical application of programming and simulation environments for creating, debugging, and testing control programs.

The discipline has an applied focus and is oriented toward preparing students to solve engineering tasks related to the development of control logic for robotic devices, formation of actuator operation sequences, processing of sensor signals, implementation of interlocks, emergency modes, start-up, shutdown, and diagnostic algorithms. Studying the discipline contributes to the development of engineering thinking, the ability to analyze the structure of

automated systems, develop software solutions for PLCs, and apply them in automation and robotics tasks.

Keywords: actuators; automation; IEC 61131-3; programmable logic controllers; robotics; sensors.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітньо-професійна програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма здобуття освіти	заочна форма здобуття освіти
Кількість кредитів – 5	Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»	Обов'язкова	
Модулів – 2		Рік підготовки	
Змістових модулів – 5		2-ий	–
Електронний адрес РПНД на сайті Університету https://nuos.edu.ua/studentu/polozhennya-nuk/opis-opp/opp-avtomatika-ta-robotehnika-bakalavr/	Спеціальність G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» Освітньо-професійна програма «Автоматика та робототехніка»	Семестри	
Індивідуальне науково-дослідне завдання (не передбачено)		4-ий	–
		Лекції	
		30 год.	–
Загальна кількість годин – 150		Практичні	
		30 год.	–
Тижневих годин для денної форми здобуття освіти: аудиторних – 5; самостійної роботи студента – 5	Освітній рівень перший (бакалаврський)	Лабораторні	
		15 год.	–
		Самостійна робота	
		75 год.	–
		Індивідуальне завдання	
		–	–
		Вид контролю	
		іспит	–
Форма контролю			
комбінована	–		

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «ПРОГРАМОВАНІ ЛОГІЧНІ КОНТРОЛЕРИ У РОБОТОТЕХНІЦІ» є формування у здобувачів вищої освіти теоретичних знань і практичних навичок щодо вибору, програмування, налагодження та застосування програмованих логічних контролерів у робототехнічних системах, автоматизованих виробничих комірках і комп'ютерно-інтегрованих технологічних комплексах.

Дисципліна спрямована на підготовку студентів до розроблення прикладного програмного забезпечення для промислових логічних контролерів, побудови алгоритмів керування робототехнічними пристроями, обробки сигналів від датчиків, керування виконавчими механізмами, реалізації логічних блокувань, послідовностей роботи, аварійних режимів, а також використання сучасних програмних середовищ для розв'язання задач автоматизації та робототехніки.

Метою вивчення навчальної дисципліни є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 5. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

ФК 7. Здатність обґрунтовувати вибір технічної структури та вміти розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем керування на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів.

ФК 9. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

ФК 13. Здатність здійснювати автоматизацію технологічних об'єктів та комплексів на основі мікропроцесорних технологій з використанням баз даних, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення навчальної дисципліни «ПРОГРАМОВАНІ ЛОГІЧНІ КОНТРОЛЕРИ У РОБОТОТЕХНІЦІ» є попереднє опанування здобувачами вищої освіти базових знань з інформаційних технологій, програмування, електротехніки, електроніки, основ автоматизації та принципів функціонування технічних засобів керування.

Для успішного вивчення дисципліни студенти повинні мати початкові навички роботи з комп'ютерною технікою та прикладним програмним забезпеченням, розуміти основи алгоритмізації, логічних операцій, дискретних і аналогових сигналів, електричних кіл, датчиків, виконавчих механізмів та елементів автоматизованих систем керування.

Базовою навчальною дисципліною, що забезпечує підготовку до вивчення дисципліни, є «Основи інформаційних технологій та програмування».

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

ПРН 10. Вміти обґрунтовувати вибір структури та розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем управління на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів.

ПРН 18. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування та технічного обслуговування систем керування технологічними комплексами та робототехнічними системами.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Основи програмованих логічних контролерів та програмування мовою LD

Змістовий модуль 1. Програмовані логічні контролери в робототехнічних системах

Тема 1. Роль програмованих логічних контролерів у робототехніці [2, с. 8–25; 5, с. 85–110].

Тема 2. Архітектура та принцип роботи програмованих логічних контролерів [2, с. 26–55; 4, с. 35–70].

Тема 3. Вхідні та вихідні сигнали ПЛК у робототехнічних системах [1, с. 8–20; 2, с. 56–78].

Змістовий модуль 2. Основи стандарту IEC 61131-3 та мови LD

Тема 4. Стандарт IEC 61131-3 та місце мови LD у програмуванні ПЛК [1, с. 21–35; 2, с. 79–105].

Тема 5. Основи релейно-контактної логіки та програмування мовою LD [1, с. 36–50; 3, с. 110–145].

Тема 6. Таймери, лічильники та функціональні блоки в LD-програмах [1, с. 51–65; 4, с. 145–180].

Змістовий модуль 3. Алгоритми керування робототехнічними пристроями мовою LD

Тема 7. Побудова алгоритмів керування робототехнічними системами [2, с. 106–130; 5, с. 110–135].

Тема 8. Реалізація логічних блокувань, режимів пуску та зупинки мовою LD [1, с. 66–78; 3, с. 146–175].

Тема 9. Послідовне керування роботизованими процесами засобами LD [1, с. 79–92; 2, с. 131–155].

Модуль 2. Інтеграція, налагодження та діагностика ПЛК у робототехнічних системах

Змістовий модуль 4. Інтеграція ПЛК у роботизовані виробничі комірки

Тема 10. Промислові мережі та обмін даними в системах керування [2, с. 156–185; 4, с. 220–250].

Тема 11. Людино-машинний інтерфейс у системах керування на базі ПЛК [2, с. 186–210; 4, с. 251–280].

Тема 12. Керування роботизованою виробничою коміркою на базі ПЛК мовою LD [2, с. 211–235; 5, с. 135–165].

Змістовий модуль 5. Налagodження, діагностика та безпека LD-програм керування ПЛК

Тема 13. Налagodження та тестування LD-програм керування ПЛК [1, с. 70–92; 3, с. 210–245].

Тема 14. Діагностика несправностей і аварійні режими робототехнічних систем [2, с. 236–250; 4, с. 300–330].

Тема 15. Безпека, надійність і перспективи розвитку ПЛК у робототехніці [2, с. 251–264; 5, с. 165–190].

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма здобуття освіти					заочна форма здобуття освіти				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек.	пр.	лаб.	с.р.		лек.	пр.	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1. Основи програмованих логічних контролерів та програмування мовою LD										
Змістовий модуль 1. Програмовані логічні контролери в робототехнічних системах										
Тема 1. Роль програмованих логічних контролерів у робототехніці.	10	2	2	-	6	-	-	-	-	-
Тема 2. Архітектура та принцип роботи програмованих логічних контролерів.	10	2	2	-	6	-	-	-	-	-
Тема 3. Вхідні та вихідні сигнали ПЛК у робототехнічних системах.	10	2	2	3	3	-	-	-	-	-
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	30	6	6	3	15	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 2. Основи стандарту IEC 61131-3 та мови LD										
Тема 4. Стандарт IEC 61131-3 та місце мови LD у програмуванні ПЛК.	10	2	2	-	6	-	-	-	-	-
Тема 5. Основи релейно-контактної логіки та програмування мовою LD.	10	2	2	-	6	-	-	-	-	-
Тема 6. Таймери, лічильники та функціональні блоки в LD-програмах.	10	2	2	3	3	-	-	-	-	-
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	30	6	6	3	15	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 3. Алгоритми керування робототехнічними пристроями мовою LD										
Тема 7. Побудова алгоритмів керування робототехнічними системами.	10	2	2	-	6	-	-	-	-	-
Тема 8. Реалізація логічних блокувань, режимів пуску та зупинки мовою LD.	10	2	2	-	6	-	-	-	-	-
Тема 9. Послідовне керування роботизованими процесами засобами LD.	10	2	2	3	3	-	-	-	-	-
<i>Разом за змістовим модулем 3</i>	30	6	6	3	15	-	-	-	-	-
<i>Усього за модулем 1</i>	90	18	18	9	45	-	-	-	-	-
Модуль 2. Інтеграція, налагодження та діагностика ПЛК у робототехнічних системах										
Змістовий модуль 4. Інтеграція ПЛК у роботизовані виробничі комірки										
Тема 10. Промислові мережі та обмін даними в системах керування.	10	2	2	-	6	-	-	-	-	-
Тема 11. Людино-машинний інтерфейс у системах керування на базі ПЛК.	10	2	2	-	6	-	-	-	-	-
Тема 12. Керування роботизованою виробничою коміркою на базі ПЛК	10	2	2	3	3	-	-	-	-	-

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма здобуття освіти					заочна форма здобуття освіти				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек.	пр.	лаб.	с.р.		лек.	пр.	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
мовою LD.										
<i>Разом за змістовим модулем 4</i>	30	6	6	3	15	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 5. Налагодження, діагностика та безпека LD-програм керування ПЛК										
Тема 13. Налагодження та тестування LD-програм керування ПЛК.	10	2	2	-	6	-	-	-	-	-
Тема 14. Діагностика несправностей і аварійні режими робототехнічних систем.	10	2	2	-	6	-	-	-	-	-
Тема 15. Безпека, надійність і перспективи розвитку ПЛК у робототехніці.	10	2	2	3	3	-	-	-	-	-
<i>Разом за змістовим модулем 5</i>	30	6	6	3	15	-	-	-	-	-
<i>Усього за модулем 2</i>	60	12	12	6	30	-	-	-	-	-
<i>Усього годин</i>	150	30	30	15	75	-	-	-	-	-
<i>Разом за курсом</i>	150	30	30	15	75	-	-	-	-	-

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
1	Аналіз структури робототехнічної системи та визначення ролі ПЛК у її складі [2, с. 8–25; 5, с. 85–110]	2	-
2	Вибір структури ПЛК для керування робототехнічною системою [2, с. 26–55; 4, с. 35–70]	2	-
3	Формування таблиці вхідних і вихідних сигналів ПЛК для роботизованої комірки [1, с. 8–20; 2, с. 56–78]	2	-
4	Аналіз стандарту ІЕС 61131-3 та визначення місця мови LD у програмуванні ПЛК [1, с. 21–35; 2, с. 79–105]	2	-
5	Розроблення релейно-контактної схеми керування пуском і зупинкою виконавчого механізму [1, с. 36–50; 3, с. 110–145]	2	-
6	Розроблення LD-алгоритмів із використанням таймерів і лічильників [1, с. 51–65; 4, с. 145–180]	2	-
7	Побудова алгоритму керування робототехнічним пристроєм за таблицею станів [2, с. 106–130; 5, с. 110–135]	2	-
8	Реалізація логічних блокувань, режимів пуску та зупинки робототехнічної системи [1, с. 66–78; 3, с. 146–175]	2	-
9	Розроблення послідовності керування роботизованим процесом засобами LD [1, с. 79–92; 2, с. 131–155]	2	-
10	Побудова схеми обміну даними між ПЛК, НМІ, приводами та датчиками [2, с. 156–185; 4, с. 220–250]	2	-
11	Розроблення структури людино-машинного інтерфейсу для керування робототехнічною системою [2, с. 186–210; 4, с. 251–280]	2	-
12	Розроблення алгоритму керування роботизованою виробничою коміркою на базі ПЛК [2, с. 211–235; 5, с. 135–165]	2	-
13	Аналіз і налагодження LD-програми керування ПЛК [1, с. 70–92; 3, с. 210–245]	2	-
14	Розроблення алгоритмів діагностики несправностей та аварійних режимів [2, с. 236–250; 4, с. 300–330]	2	-
15	Розроблення алгоритмів безпечного пуску, зупинки та аварійного вимкнення робототехнічної системи [2, с. 251–264; 5, с. 165–190]	2	-
	Разом	30	-

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
1	Ознайомлення із середовищем програмування ПЛК. Створення проекту, налаштування змінних, дискретних входів і виходів [1, с. 8–20; 2, с. 56–78]	3	-
2	Розроблення LD-програми керування пуском, зупинкою та блокуванням виконавчого механізму [1, с. 36–50; 3, с. 110–145]	3	-
3	Застосування таймерів і лічильників у LD-програмах керування робототехнічними пристроями [1, с. 51–65; 4, с. 145–180]	3	-
4	Розроблення LD-програми послідовного керування роботизованою виробничою коміркою [1, с. 79–92; 2, с. 131–155]	3	-
5	Налагодження, тестування та діагностика LD-програми керування ПЛК в аварійних і штатних режимах роботи [1, с. 70–92; 3, с. 210–245]	3	-
	Разом	15	-

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми здобуття освіти:

- підготовка до лекційних занять – *0,5 год/1 год. занять (1 година на 1 лекцію);*
- підготовка до практичних занять – *1-2 год/1 заняття;*
- підготовка до лабораторних робіт – *2-3 год/1 робота;*
- підготовка до контрольних заходів – *(15-30) год. на 1 захід.*

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
1	Підготовка до лекційних занять	15	
2	Підготовка до практичних занять	15	
3	Підготовка до лабораторних робіт	15	
4	Самостійне опрацювання окремих питань дисципліни, аналіз практичних ситуацій, робота з рекомендованою літературою та інформаційними ресурсами	15	
5	Підготовка до іспиту	15	
	Разом	75	

Індивідуальне науково-дослідне завдання

Не передбачено.

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання, що використовуються під час викладання навчальної дисципліни «ПРОГРАМОВАНІ ЛОГІЧНІ КОНТРОЛЕРИ У РОБОТОТЕХНІЦІ», спрямовані на формування у здобувачів вищої освіти теоретичних знань і практичних навичок програмування, налагодження та застосування програмованих логічних контролерів у робототехнічних системах.

Під час вивчення дисципліни застосовуються такі методи навчання:

Для всіх видів занять:

- робота з літературою – опрацювання навчальних посібників, технічної документації, стандартів, довідкових матеріалів, описів середовищ програмування ПЛК та інформаційних ресурсів, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення та розвиток навичок самостійної роботи;
- пояснення – словесне розкриття принципів побудови програмованих логічних контролерів, особливостей їх функціонування, структури програмного забезпечення, логіки роботи LD-програм, алгоритмів керування робототехнічними пристроями та методів налагодження систем керування;
- демонстрування – наочне ознайомлення здобувачів з апаратною структурою ПЛК, схемами підключення датчиків і виконавчих механізмів, прикладами програм мовою LD, таблицями входів і виходів, циклограмами, інтерфейсами середовищ програмування та результатами моделювання роботи програм;
- дискусія – обговорення варіантів побудови алгоритмів керування, вибору технічної структури системи, способів реалізації блокувань, аварійних режимів, послідовностей роботи роботизованих комірок та засобів діагностики.

Для лекційних занять:

- лекція – систематизований виклад теоретичного матеріалу щодо призначення, архітектури, принципів роботи та програмування ПЛК у робототехнічних системах;
- бесіда – питально-відповідний метод, спрямований на актуалізацію раніше засвоєних знань з інформаційних технологій, програмування, логічних операцій, електротехніки та основ автоматизації;
- ілюстрування – використання структурних схем, функціональних схем, таблиць входів і виходів, фрагментів LD-програм, циклограм і прикладів алгоритмів керування для пояснення навчального матеріалу;
- відеометод – використання відеоматеріалів і демонстрацій роботи роботизованих систем, автоматизованих виробничих комірок, ПЛК, НМІ та виконавчих механізмів.

Для практичних і лабораторних занять:

- вправа – багаторазове виконання типових завдань з розроблення таблиць входів і виходів, логічних умов, LD-схем, алгоритмів пуску, зупинки, блокування та аварійного вимкнення;
- практична робота – метод поглиблення і закріплення теоретичних знань шляхом розв'язання прикладних задач з побудови алгоритмів керування робототехнічними пристроями, аналізу структур систем керування та розроблення логіки роботи ПЛК;
- лабораторна робота – виконання завдань у середовищі програмування або моделювання ПЛК, створення LD-програм, налагодження, тестування та перевірка їх працездатності у штатних і аварійних режимах;
- інструктаж – ознайомлення здобувачів із порядком виконання практичних і лабораторних робіт, вимогами до оформлення звітів, правилами роботи з програмним

забезпеченням, віртуальними або реальними засобами ПЛК та вимогами безпечної діяльності;

– спостереження – аналіз роботи програм керування, зміни станів входів і виходів, реакції системи на сигнали датчиків, команди оператора, аварійні події та зміну режимів роботи.

Методи контролю і самоконтролю:

- фронтальне опитування;
- індивідуальне опитування;
- перевірка виконання практичних завдань;
- перевірка та захист лабораторних робіт;
- контрольні тестові роботи програмованого типу;
- аналіз звітів з практичних і лабораторних робіт;
- лабораторний контроль;
- поточний модульний контроль;
- підсумковий контроль у формі іспиту.

Засобами діагностики результатів навчання та методами їх демонстрування є:

- усні відповіді здобувачів вищої освіти;
- виконання практичних завдань;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- розроблення таблиць входів і виходів ПЛК;
- побудова алгоритмів керування робототехнічними пристроями;
- створення LD-програм керування ПЛК;
- налагодження та тестування програм у середовищі програмування або моделювання;
- аналіз штатних і аварійних режимів роботи робототехнічної системи;
- поточне тестування;
- підсумковий іспит;
- презентація та пояснення результатів виконаних практичних і лабораторних завдань.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення здобувача вищої освіти оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни «ПРОГРАМОВАНІ ЛОГІЧНІ КОНТРОЛЕРИ У РОБОТОТЕХНІЦІ» включає результати поточного контролю протягом семестру та результати підсумкового контролю у формі іспиту. Поточний контроль становить **60 балів**, підсумковий контроль – **40 балів**. Підсумкова оцінка є сумою балів, отриманих здобувачем вищої освіти за всі види навчальної діяльності.

Поточний контроль проводиться під час лекційних, практичних і лабораторних занять, а також за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання рівня теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти, уміння застосовувати положення стандарту ІЕС 61131-3, розробляти алгоритми керування робототехнічними системами, створювати програми керування ПЛК мовою LD, виконувати налагодження, тестування та аналіз роботи програм у штатних і аварійних режимах.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Лабораторна робота	Критерії оцінювання
4	Лабораторна робота виконана повністю, самостійно та у встановлений термін. Студент правильно створює проєкт у середовищі програмування ПЛК, коректно задає змінні, входи та виходи, розробляє працездатну LD-програму, виконує її налагодження, тестування та перевірку у штатних і аварійних режимах. Звіт оформлений відповідно до вимог, містить схему або фрагмент програми, опис алгоритму, результати перевірки та обґрунтовані висновки.
3	Лабораторна робота виконана у встановлений термін, основна частина завдання реалізована правильно. Студент створює LD-програму та виконує її перевірку, але допускає окремі неточності в налаштуванні змінних, структурі програми, описі алгоритму, оформленні результатів або формулюванні висновків. Програма загалом працездатна, але потребує незначного коригування.
2	Лабораторна робота виконана частково або з порушенням встановленого терміну. Студент розуміє загальний принцип виконання завдання, але допускає помилки у створенні LD-програми, налаштуванні входів і виходів, використанні таймерів, лічильників, блокувань або аварійних режимів. Звіт має недоліки, результати тестування неповні, висновки поверхові або містять неточності.
1	Лабораторна робота виконана фрагментарно. Студент виконує окремі операції лише за зразком або після консультації викладача, не може повністю пояснити логіку LD-програми, допускає суттєві помилки у структурі алгоритму, налагодженні або перевірці працездатності програми. Звіт неповний, висновки відсутні або формальні.
0	Лабораторна робота не виконана або виконана з грубими помилками, що не дозволяють оцінити досягнення результатів навчання. Студент не створив працездатну LD-програму, не виконав тестування або не подав звіт.
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 20 балів (5 робіт по 4 бали).</i>

Практичне заняття	Критерії оцінювання
2	Практичне завдання виконане повністю, самостійно та у встановлений термін. Студент правильно аналізує умову завдання, визначає входні та вихідні сигнали ПЛК, коректно складає алгоритм керування або LD-схему, обґрунтовує логіку роботи системи, правильно використовує логічні операції, блокування, режими пуску, зупинки та аварійного вимкнення. Результати оформлені відповідно до вимог, висновки є технічно обґрунтованими.
1	Практичне завдання виконане частково або з окремими помилками. Студент загалом розуміє принцип роботи системи, але допускає неточності у визначенні сигналів, побудові алгоритму, формуванні логічних умов, реалізації блокувань або LD-схеми. Оформлення має недоліки, висновки неповні або недостатньо обґрунтовані.
0	Практичне завдання не виконане або виконане з грубими помилками, що не дозволяють оцінити досягнення результатів навчання. Студент не може пояснити логіку керування, неправильно визначає структуру алгоритму, таблицю входів і виходів або принцип роботи LD-програми.
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 30 балів (15 практичних завдань по 2 бали)</i>

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	Менше 10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
Виконання практичних завдань	15 × 2 бали = 30 балів	-
Виконання та захист лабораторних робіт	5 × 4 бали = 20 балів	-
Поточний модульний контроль	1 × 10 балів = 10 балів	-
Всього за поточний контроль	60 балів	-
Підсумковий контроль – іспит	40 балів	-
Разом	100 балів	-

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денна форма здобуття освіти		Заочна форма здобуття освіти	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	Т1 – Т3	Практичні завдання № 1–3	6	-	-
		Лабораторна робота № 1	4	-	-
ЗМ2	Т4 – Т6	Практичні завдання № 4–6	6	-	-
		Лабораторна робота № 2	4	-	-
ЗМ3	Т7 – Т9	Практичні завдання № 7–9	6	-	-
		Лабораторна робота № 3	4	-	-
ЗМ4	Т10 – Т12	Практичні завдання № 10–12	6	-	-
		Лабораторна робота № 4	4	-	-
ЗМ5	Т13 – Т15	Практичні завдання № 13–15	6	-	-
		Лабораторна робота № 5	4	-	-
ПМК		Поточний модульний контроль у формі тестування	10	-	-
Підсумковий контроль		Іспит	40	-	-
Сума			100	-	-

Критерії оцінювання теоретичної частини іспиту

Бали	Критерії оцінювання
18–20	Студент надає повну, логічну, технічно грамотну відповідь. Демонструє глибоке розуміння принципів роботи програмованих логічних контролерів, їх архітектури, циклу виконання програми, стандарту ІЕС 61131-3, мови LD, дискретних і аналогових сигналів, таймерів, лічильників, блокувань, аварійних режимів і застосування ПЛК у робототехнічних системах.
14–17	Відповідь загалом правильна та достатньо повна. Студент розуміє основні поняття дисципліни, але допускає окремі неточності у формулюваннях, прикладах, поясненні роботи ПЛК, LD-програм або структури робототехнічної системи.
10–13	Відповідь частково правильна. Студент володіє базовими поняттями, але допускає

Бали	Критерії оцінювання
	помилки під час пояснення принципів роботи ПЛК, побудови LD-логіки, використання таймерів, лічильників, блокувань або аварійних режимів.
6–9	Відповідь неповна, фрагментарна, містить суттєві помилки. Студент демонструє лише окремі знання з теми та не може повноцінно пояснити логіку роботи системи керування на базі ПЛК.
1–5	Відповідь має значну кількість грубих помилок. Студент не розуміє основних принципів роботи програмованих логічних контролерів і не може коректно пояснити їх застосування у робототехніці.
0	Відповідь відсутня або не відповідає змісту питання.

Критерії оцінювання практичної частини іспиту

Бали	Критерії оцінювання
18–20	Практичне завдання виконане повністю та правильно. Студент коректно визначає вхідні й вихідні сигнали ПЛК, складає алгоритм керування або LD-схему, правильно використовує логічні операції, таймери, лічильники, блокування, режими пуску, зупинки та аварійного вимкнення. Прийняті рішення технічно обґрунтовані, логіка роботи програми пояснена повністю.
14–17	Практичне завдання виконане переважно правильно. Основна логіка керування реалізована, але є окремі неточності у визначенні сигналів, описі алгоритму, позначеннях, умовах спрацювання, структурі LD-програми або поясненні роботи системи.
10–13	Практичне завдання виконане частково. Студент розуміє загальну логіку задачі, але допускає помилки у визначенні входів і виходів, побудові LD-схеми, реалізації блокувань, використанні таймерів, лічильників або аварійних режимів.
6–9	Практичне завдання виконане фрагментарно. Логіка керування неповна, LD-схема або алгоритм містить суттєві помилки, пояснення роботи програми недостатнє.
1–5	Практичне завдання майже не виконане. Студент наводить лише окремі елементи алгоритму або LD-схеми без цілісного розв'язання задачі.
0	Практичне завдання не виконане або виконане неправильно.

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

1. Електронний навчально-методичний комплекс дисципліни: конспекти лекцій, презентаційні матеріали, навчальні посібники, довідкові матеріали з програмування ПЛК та стандарту IEC 61131-3.

2. Методичні вказівки та інструкції до виконання практичних і лабораторних робіт в електронному вигляді.

3. Програмне забезпечення для програмування, моделювання та налагодження програмованих логічних контролерів, зокрема середовища розробки для створення програм мовою LD.

4. Програмні засоби для емуляції або симуляції роботи ПЛК, дискретних і аналогових входів/виходів, датчиків, виконавчих механізмів та робототехнічних систем.

5. Лабораторні стенди для дослідження програмованих логічних контролерів, робототехнічних систем, сенсорів, виконавчих механізмів, приводів і засобів керування.

6. Персональні комп'ютери для виконання практичних і лабораторних завдань, розроблення LD-програм, підготовки звітів, таблиць входів/виходів, алгоритмів і схем керування.

7. Засоби підключення, програмування та налагодження обладнання: інтерфейси зв'язку, кабелі, програматори, модулі введення-виведення, діагностичні інструменти.

8. Мультимедійне обладнання для демонстрації лекційного матеріалу, структурних схем, прикладів програм, результатів моделювання та роботи робототехнічних систем.

9. Доступ до мережі Інтернет для роботи з технічною документацією, електронними бібліотеками, інформаційними ресурсами, онлайн-довідниками та документацією до середовищ програмування ПЛК.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Галкін П. В., Ключник І. І. Програмування ПЛК в CODESYS : навчальний посібник. – Харків : ФОП Панов А. М., 2019. – 92 с.
2. Невлюдов І. Ш., Новоселов С. П., Сичова О. В. Технологія програмування промислових контролерів в інтегрованому середовищі CODESYS : навчальний посібник. – Харків : ХНУРЕ, 2019. – 264 с.
3. Коржик М. В. Програмно-технічне забезпечення комп'ютерно-інтегрованих технологій : навчальний посібник. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.
4. Bolton W. Programmable Logic Controllers. – 6th ed. – Oxford : Newnes, 2015.
5. Petruzella F. D. Programmable Logic Controllers. – 5th ed. – New York : McGraw-Hill Education, 2017.
6. Groover M. P. Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing. – 5th ed. – Pearson, 2020.

Допоміжна література

1. IEC 61131-3:2013. Programmable controllers – Part 3: Programming languages. – Geneva : International Electrotechnical Commission, 2013.
2. Lewis R. W. Programming Industrial Control Systems Using IEC 1131-3. – London : The Institution of Electrical Engineers, 1998.
3. Hughes T. A. Programmable Controllers: An Engineer's Guide. – 3rd ed. – Oxford : Newnes, 2005.
4. Bryan L. A., Bryan E. A. Programmable Controllers: Theory and Implementation. – 2nd ed. – Industrial Text Company, 1997.
5. Кузьменко Д. В., Кваско М. З. Програмовані логічні контролери : навчальний посібник. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020.
6. Невлюдов І. Ш., Андруевич А. О., Євсєєв В. В., Демська Н. П. Проектування мобільних маніпуляційних роботів : монографія. – Харків : ХНУРЕ, 2022.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Офіційний сайт CODESYS Group: <https://www.codesys.com>
2. Офіційна документація CODESYS Development System: <https://content.helpme-codesys.com>
3. Документація OpenPLC Editor: https://doc-en.rvspace.org/VisionFive2/AN_OpenPLC/VF2OpenPLC/openplc_editor.html
4. Офіційний сайт OpenPLC Project: <https://openplcproject.com>
5. Офіційний сайт PLCopen: <https://plcopen.org>
6. Офіційний сайт International Electrotechnical Commission: <https://www.iec.ch>
7. Офіційний сайт Siemens Industry Support: <https://support.industry.siemens.com>
8. Офіційний сайт Schneider Electric Industrial Automation: <https://www.se.com>
9. Офіційний сайт ABB Robotics: <https://new.abb.com/products/robotics>
10. Офіційний сайт Universal Robots: <https://www.universal-robots.com>